ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1927.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *Premières observations sur la composition minéralogique et chimique des laves mésozoïques et tertiaires de la Chine orientale.* Note (¹) de M. **A. Lacroix**.

M. W. H. Wong, directeur du Service géologique chinois, vient de faire un exposé (²) de ce qui est connu sur les relations existant entre les mouvements orogéniques et la mise en place des magmas éruptifs dans la Chine orientale.

Le grand mouvement orogénique datant du Jurassique supérieur (*Yen-Shan movement*) a été précédé par la mise en place de nombreuses intrusions granitiques (notamment celles des montagnes situées à l'Ouest de Péking); il a été accompagné et suivi par la production d'énormes épanchements de laves rhyolitiques et andésitiques.

La seconde période de dislocation date du milieu du Tertiaire; elle aussi a été accompagnée et suivie par une très grande activité volcanique, mais celle-ci a été de caractère basaltique. Une formidable quantité de laves a entièrement couvert la Mongolie centrale et la Mandchourie, entre le 111°30′ et le 121°30′ de Long. E., entre le 40° et le 41° de Lat. N. Elle a été ensuite morcelée par l'érosion.

Une autre région qui a été aussi couverte de laves basiques est la partie de la Mandchourie comprise entre la ligne de chemin de fer Mukden-Harbin et la vallée inférieure du Sungari, entre les latitudes 40° et 48° N. Je ne m'occuperai pas ici des nombreux épanchements de la Chine centrale qu'il faut cependant indiquer.

(¹) Séance du 3 août 1927.

(²) W. H. Wong, *Crustal movements and igneous activities in Eastern China since mesozoic time* (*Bull. Geol. Soc. of China*, 6, 1927, p. 9).

Ces basaltes sont certainement d'âge varié; c'est ainsi, par exemple, qu'il en est de nettement oligocènes, comme ceux de la bordure du Plateau de Gobi, au N. de Kalgan; d'autres, comme ceux situés au N.-W. du Dalai noor, sont postpliocènes. Enfin, dans cette dernière région, mais à l'ouest du noor, le P. Teilhard de Chardin a signalé (¹), sur $60^{km} \times 25^{km}$, de nombreux puys basaltiques, ressemblant à ceux de la chaîne des Puys, en Auvergne, avec des cheires d'une fraîcheur parfaite, et qui sont certainement quaternaires.

Si les grands traits de l'histoire géologique de ces éruptions sont maintenant esquissés, il n'en est pas de même de l'étude minéralogique et surtout chimique de leurs produits; cette dernière a été à peine effleurée. C'est cette question que je me propose d'aborder dans cette Note préliminaire.

Au cours d'un récent voyage en Chine, accompagné par MM. Wong, Teilhard et Barbour, je suis allé de Péking, par Kalgan, au bord du désert de Gobi, traversant, en particulier, la formation volcanique mésozoïque intercalée dans un puissant complexe de grès et de conglomérats d'un gris rougeâtre ou d'un rouge vif (²), recouvert localement, au N.-W. de Kalgan, par le loess, puis j'ai gravi les pentes du plateau basaltique de Mongolie jusqu'à la porte Shen-wei-t'ai, ouverte dans la muraille extérieure sur le désert. Aux roches recueillies sur ce trajet se sont jointes celles que le P. Teilhard de Chardin a collectionnées sur la route de Kalgan au Dalai noor, par la passe de Hano-pa, puis, dans la région du Dalai noor, et enfin le long d'un itinéraire vers l'Est passant par Linn si, Hata et aboutissant au golfe de Petchili, à quelque quatre cents kilomètres au N.-E. de Péking. Enfin, M. Barbour m'a remis plusieurs échantillons provenant du S. et de l'E. de Kalgan, dans des régions que je n'ai pu visiter et dont il a fait une étude détaillée.

Les laves observées sont des *rhyolites*, des *dacitoïdes*, des *andésites* et des roches à facies basaltique (*basaltes*, *basanitoïdes* et *limburgites*).

Les *rhyolites* sont simples de composition minéralogique (phénocristaux de quartz, d'orthose, avec parfois un plagioclase acide et un minéral altéré qui semble avoir été de la fayalite); le verre souvent très abondant renferme fréquemment des sphérolites feldspathiques à allongement négatif; plus souvent encore, il est imprégné de quartz pœcilitique), mais leur structure est fort variée; il existe des types lithoïdes rubanés, blancs ou rosés, notamment dans la région de Kalgan (nord de Wanchuan, Nantien-men); elles sont parfois riches en lithophyses globuleuses. Fréquentes sont les pyromé-

---

(¹) P. Teilhard de Chardin, *Études géologiques sur la région du Dalai noor* (*Mém. Soc. géol. France*, 3, fasc. 3, Mém. n° 7, 1926, p. 1-56). Cf. aussi *Bull. volcanologique*, nᵒˢ 3-4, 1925, p. 100-108.

(²) George-B. Barbour, *Preliminary Observations in the Kalgan Area* (*Bull. Geol. Soc. China*, 3, 1924, p. 153-168).

rides à gros sphérolites blancs ou violacés dont les fibres feldspathiques ont une structure palmée et un allongement positif [Tchifang; nord nord-est de Linn si; Liou Ho Tchoang (sud du Sira-Mouren)]. Ces sphérolites sont fréquemment associés à des pechsteins, généralement noirs (région de Kalgan); dans la vallée du Sjiling gol, une coulée formée en partie par une brèche ignée de pechstein présente un remarquable délit prismatique. Ces rhyolites sont parfois altérées en *pagodite*, utilisée par les sculpteurs chinois.

Là où le magma rhyolitique constitue des intrusions, il s'est consolidé sous la forme de *microgranite* (P'o-t'u, au sud est de Kalgan; nord de Liou Ho Tchoang, près du désert de Gobi); au nord de Tchifang, le microgranite est creusé de cavités globulaires, sortes de lithophyses, tapissées de cristaux de quartz allongés suivant *c* et de fluorine violette, minéral que le P. Teilhard a observé dans plusieurs autres gisements.

Les rhyolites sont en général plus potassiques que sodiques, à l'exception de celles de Nantien-men, où la soude prédomine : elles établissent alors le passage aux dacitoïdes.

Les *dacitoïdes* ont un grand développement au nord et à l'est de Kalgan. Ce sont des roches d'un gris verdâtre, souvent très vitreuses; de petits phénocristaux d'andésine, d'augite et de magnétite sont distribués dans un verre brunâtre ou incolore en lames minces; il est riche en microlites rectangulaires de plagioclase (12 à 20 pour 100 d'An.), accompagnés par des microlites ou des cristallites d'augite. Dans les falaises voisines de la porte nord de Kalgan, se voient localement des nodules à surface botroydes que l'on pourrait prendre, au premier abord, pour des sphérolites du genre de ceux des pyromérides, mais leur structure ne diffère en rien de celle du reste de la roche. Ce sont vraisemblablement des solides définis par d'anciennes cassures perlitiques.

Je ne connais pas d'autre exemple de cette particularité texturale.

Je dois à M. Barbour un échantillon d'une dacitoïde semblable à celle de Kalgan qu'il a recueilli à l'est de cette ville dans un filon traversant les rhyolites précédentes à Tu-la-miao.

Les *andésites* que j'ai étudiées proviennent toutes des environs de Tch'ao-yang; les unes, recueillies par le P. Teilhard à Song-Chou-Tchoeize (Fengtien), ont un plagioclase moyen, qui oscille entre 13 et 26 pour 100 d'An.; elles sont aphyriques ou porphyriques (phénocristaux d'andésine, de biotite et de hornblende).

L'andésite de Ma-Mai-Choei est andésitique (plagioclase moyen à

31 pour 100 d'An.) et aphyrique; elle ne renferme qu'un peu d'augite comme minéral coloré. Enfin, un dernier type formant un filon au nord de Linn-si est noir et caractérisé par l'abondance de petites paillettes de biotite; le plagioclase moyen renferme 25 pour 100 d'An. Toutes ces andésites contiennent un excès de silice qui peut atteindre 11 pour 100.

Les laves qui viennent d'être décrites sont très pauvres en minéraux colorés. Il me reste à m'occuper des laves mésocrates; elles occupent de beaucoup les plus vastes surfaces.

Les *basaltes* sont plus variés comme structure que comme composition. Leur feldspath moyen oscille entre 45 et 51 pour 100 d'An. Ces basaltes sont donc à la limite des séries andésitique et labradorique. Je signalerai en particulier des types porphyriques à olivine et augite dans le désert de Gobi (nord-ouest du Dalai noor; Bain-Chara-Oula, au nord des dunes se trouvant elles-mêmes au nord de Kalgan); puis des types doléritiques, très développés sur le bord du plateau de Gobi, au voisinage de la passe d'Hano-pa; ils prennent un aspect presque gabbroïque dans des sills intrusifs au milieu de basaltes à grain fin. Tous ces basaltes appartiennent à des types β.

A la porte Shen-wei-t'ai et entre celle-ci et Shan-Yang-pu, j'ai recueilli des *basanitoïdes* riches en olivine, pauvres en plagioclase qui constitue de grandes plages englobant pœcilitiquement des microlites d'augite, alors qu'ailleurs le fond de la roche est formé par de l'analcime. Ces laves renferment en très grande quantité des nodules à olivine et autres enclaves homœogènes en voie de résorption.

Enfin la grande coulée démantelée de Kouo-tch'eng-chan, au sud-ouest de Linn si et les puys se dressant à l'ouest du Dalai noor sont constitués par une *limburgite* de même composition chimique que les basanitoïdes, mais dans laquelle ne sont exprimés ni feldspath ni néphéline.

En résumé les laves de la Chine septentrionale et orientale qui viennent d'être passées en revue constituent une série continue de différenciation d'un magma calco-alcalin. Je donne ci-dessous un tableau des paramètres magmatiques écrits, sous une forme schématique, des types lithologiques observés.

Rhyolites	I.3.4.1-2.3. I.3.4.2.4.
Dacitoïdes	I.3.4.2.3-4
Andésites α	I.II.5.2-3.4.
Basaltes β	III.5.3.4.
Basanitoïdes (*limburgites*)	III.6.2-3.4

On voit que les termes les plus acides sont plus potassiques que sodiques, tandis que l'inverse a lieu dans les autres types. Toutes les roches qui ne sont pas basaltiques sont très pauvres en minéraux colorés; elles renferment toutes de la silice libre dont la teneur va en décroissant de haut en bas du tableau.

Enfin, les termes les plus basiques de la série (basanitoïdes) présentent à la fois une augmentation de la teneur en alcalis et une diminution de la teneur en silice par rapport aux basaltes (β). De même que dans la province lithologique de l'Afrique du Nord, que j'ai étudiée récemment, on voit ici une série incontestablement calco-alcaline aboutir à des roches basiques à néphéline et, comme en Algérie encore, ce terme ultime de la différenciation est celui par l'épanchement de quoi s'est terminée l'activité volcanique [1].

HYDRODYNAMIQUE. NAVIGATION. — *Sur la résistance horizontale de l'eau à la translation des carènes.* Note de M. **F.-E. Fournier.**

Cette Note, définitive, résume exactement les résultats que l'on trouvera exposés plus en détail, en quelques points, dans une publication prochaine sur le même sujet; le mode de variations de la *résistance horizontale* de l'eau à la translation, en route libre, de chacune des carènes de formes usuelles, envisagées dans cette étude, ces variations dépendant des *changements d'assiette* que subit cette carène, sous l'action réflexe qu'y exerce, à son contact, la *houle satellite* entretenue par la translation du navire, en mer plate et par calme.

1. J'ai borné mes recherches expérimentales sur cet important sujet aux carènes de formes usuelles, ne revêtant, en principe, aucune portion cylindrique, ayant chacune son maître couple sensiblement au milieu de la longueur L de son plan de flottaison, et une étrave, droite, en grande partie perpendiculaire à ce plan. Soit enfin Σ la *surface mouillée* d'une de ces carènes, au *repos* et en *pleine charge*, lorsque son plan de flottaison est horizontal, en mer plate.

2. Ayant pris pour mesures de l'affinement de cette surface Σ : d'une part *l'incidence latérale moyenne, i, des lignes d'eau* bien continues de sa

(1) Ce terme néphélinique n'est cependant pas localisé dans le Quaternaire (ouest du Dalai noor), puisqu'il constitue aussi les coulées démantelées du bord du plateau de Gobi à la porte Shen-wei-t'ai.

proue convexe, à leur extrémités sur la hauteur de son étrave droite, en rapportant cette incidence (i) à une constante générale de référence $i_0 = 10°,6$; et d'autre part le rapport $\gamma = \frac{B}{lp}$ de la section transversale B de son maître couple, de largeur principale l, sur le plan de flottaison, et de profondeur p, au-dessous, à la surface rectangulaire circonscrite, lp, j'ai été conduit par une analyse, purement expérimentale, à reconnaître que la *résistance horizontale*, R_v, de l'eau à la translation, de vitesse v, de la surface Σ, a pour expression générale

$$(1) \qquad R_v = 1,57 . \frac{v^2}{g} . \Sigma . \psi\left(\frac{v}{w}\right).$$

Dans cette expression, le facteur 1,57 concerne, *notamment*, *le fer neuf fraîchement peint* des carènes; g est l'accélération de la pesanteur; et le facteur $\Psi\left(\frac{v}{w}\right)$ définit l'action réflexe de la *haute satellite* résultant de cette translation.

3. J'ai constaté que le facteur $\Psi\left(\frac{v}{w}\right)$ varie, avec $\frac{v}{w}$, de façons très différentes, selon que le rapport $\left(\frac{i}{i_0}\right)$ satisfait, sur la carène en question, à la relation $\left(\frac{i}{i_0} \geqq 1\right)$ ou à celle $\left(\frac{i}{i_0} < 1\right)$.

Quant à *la vitesse critique* w du navire, on peut en calculer la grandeur au moyen de la formule d'interpolation

$$\frac{w}{\sqrt{L}} = 0,832 . \gamma^{1,144} \qquad \text{si} \qquad \left(\frac{i}{i_0} \geqq 1\right)$$

ou

$$\frac{w}{\sqrt{L}} = 0,862 . \gamma^{0,272} \qquad \text{si} \qquad \left(\frac{i}{i_0} < 1\right).$$

4. Sur chacune des carènes où $\left(\frac{i_0}{i} \geqq 1\right)$, l'expression générale du facteur $\Psi\left(\frac{v}{w}\right)$ est, à *ses vitesses* v *dépassant* w :

$$(2) \qquad \Psi\left(\frac{v}{w}\right) = \left(\frac{v}{w}\right)^{0,006\left[1+\sqrt{\frac{i}{i_0}\left(\frac{i}{i_0}-1\right)}\right]\left(\gamma\frac{l}{p}\right)^{0,812}}.$$

Tandis que, sur chacune des carènes où $\left(\frac{i}{i_0} < 1\right)$, l'expression générale de ce facteur est, à *sa vitesse* v *dépassant* w :

$$(3) \qquad \Psi\left(\frac{v}{w}\right) = 1 + \left[1 - \sqrt{\frac{i}{i_0}\left(1 - \frac{i}{i_0}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \left(\sin \pi \frac{w}{v}\right)^{4\sqrt{\frac{i}{i_0}\left(1-\frac{i}{i_0}\right)}};$$

cette expression indiquant à première vue que la carène, dont les formes seraient *aussi favorables que possible* à sa translation, à ces grandes vitesses de w vers ∞, serait celle où (i) aurait été diminué par son tracé, jusqu'à sa *limite optimum*, $i_m = \frac{1}{2} i_0 = 5^\circ,3$.

5. Or il résulte des observations que, sur chacune de ces mêmes carènes, l'entretien de sa houle satellite, *toujours onéreux* on le voit, pour la force motrice, à *ces vitesses* v *dépassant* sa vitesse critique w, devient au contraire *économique* pour cette force motrice, à *toutes ses vitesses moindres* que w.

6. Cette anomalie apparente peut s'expliquer, à mon sens, par les considérations dynamiques suivantes.

Le nombre des *sommets*, au-dessus du plan de flottaison, du *profil vertical ondulatoire* de la houle satellite, dépasse toujours, d'*une unité*, le nombre correspondant des *creux intermédiaires*, au-dessous de ce plan. Mais, selon que le nombre des sommets est *pair*, ou *impair*, c'est *un creux*, ou *un sommet*, qui se trouve *au milieu* de ce plan, sur le maître couple. Dans le *premier cas*, l'ensemble des sommets et des creux se borne à maintenir l'horizontalité du plan de flottaison : tandis que, dans le *second cas*, la tendance des *sommets* à *soulever horizontalement* la carène prédomine sur la tendance, de sens opposé, des *creux intermédiaires*, dans une mesure dont l'expression est

$$\sin\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{v(w-v)}{v'(w-v')}}, \tag{4}$$

s'annulant d'abord à la vitesse $v = 0$ et finalement à la vitesse $v = w$, après avoir atteint dans l'intervalle son *maximum*, *égal à* 1, à la vitesse v', la *plus économique donc du navire*, à laquelle j'ai été conduit à attribuer l'expression

$$\frac{v'}{w} = \frac{1}{2} + \frac{0,2438}{\gamma^{3,614}}\sqrt{\frac{i}{i_0}\left(\frac{i}{i_0} - 1\right)} \quad \text{si} \quad \left(\frac{i}{i_0} \geq 1\right) \tag{5}$$

ou

$$\frac{v'}{w} = \left(\frac{\gamma}{0,72}\right)^2\sqrt{\frac{i}{i_0}\left(1 - \frac{i}{i_0}\right)} \quad \text{si} \quad \left(\frac{i}{i_0} < 1\right). \tag{6}$$

7. Ces considérations m'ont conduit, en dernière analyse, aux deux expressions générales inédites suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Psi\left(\frac{v}{w}\right) = 1 - 0,04\left(\gamma\frac{l}{p}\right)^{1,326} . \sin\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{v(w-v)}{v'(w-v')}} \quad \text{si} \quad \left(\frac{i}{i_0} \geq 1\right), \\ \quad v' \text{ s'y déduisant, de } w, \text{ par le rapport (5),} \end{array} \right. \tag{7}$$

et

$$(8)\quad \begin{cases} \Psi\left(\dfrac{v}{w}\right) = 1 - 0,6256\sqrt{\dfrac{i}{i_0}\left(1-\dfrac{i}{i_0}\right)}.\sin\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{v(w-v)}{v'(w-v')}} \quad \text{si} \quad \left(\dfrac{i}{i_0}<1\right), \\ v' \text{ s'y déduisant, de } w, \text{ par le rapport (6).} \end{cases}$$

MÉDECINE. — *L'échauffement des tissus par les courants de haute fréquence.* Note de M. D'ARSONVAL.

Dans une précédente Communication (1) j'ai montré que pour la d'Arsonvalisation *directe* (Diathermie), l'ampèremètre thermique intercalé dans le circuit d'utilisation ne suffit pas à renseigner sur le degré d'échauffement des tissus.

Ce désaccord tient à ce que les électrodes et le liquide ou les tissus interposés constituent non seulement une *résistance*, mais aussi une *capacité*, comme je l'ai signalé. En est-il de même dans les deux cas d'application *indirecte* que j'ai également introduits en thérapeutique : par *condensation* (chaise longue) et par *induction* (solénoïde ou cage)?

Dans l'électrisation par *condensation* le sujet est étendu sur un lit ou une chaise longue. Il est en rapport avec un des pôles de la source de haute fréquence par des électrodes métalliques tenues par les mains ou appliquées en divers points du corps, directement sur la peau. Le second pôle est relié à une plaque métallique de la dimension de la chaise longue sur laquelle est couché le sujet, mais dont il est séparé par un isolant mince.

Dans ces conditions, patient et plaque métallique constituent les deux armatures d'un grand condensateur. Le sujet est traversé par un courant de charge et de décharge (dont l'intensité peut atteindre plusieurs ampères) qui provoque pour toute sensation une élévation générale de la température du corps fort agréable.

Dans ce deuxième mode d'électrisation les indications de l'ampèremètre sont-elles encore infidèles? le malade n'étant en rapport qu'avec un seul pôle.

Pour m'en assurer j'ai procédé comme dans le premier cas.

Le sujet est remplacé par une solution de chlorure de sodium de résistance variable, enfermée dans une bouteille cylindrique en verre mince dans laquelle plonge une tige métallique centrale en rapport avec un des

(1) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 324.

pôles de haute fréquence. Le second pôle est relié à une feuille d'étain enveloppant l'extérieur de la bouteille.

On fait passer le courant et on mesure l'élévation de température du liquide contenu dans la bouteille comme dans le premier cas.

Voici les résultats obtenus avec une bouteille de 250$^{cm^3}$ de capacité.

Température initiale 20° ; courant de 1 ampère passant pendant deux minutes dans chaque expérience; les échauffements correspondant aux différentes dilutions et leurs résistances sont les suivants :

ohms	°
300	5
400	7
700	10
1000	12
1300	14
4000	8
12000	3
40000	1

Pour faire la part de l'échauffement dû au diélectrique verre de la bouteille, je remplace la solution saline par du mercure.

Avec ce même courant de 1 ampère passant pendant 2 minutes, l'échauffement du mercure est à peine de $\frac{1}{10}$ de degré, par conséquent négligeable dans les conditions de l'expérience.

La longueur d'onde a varié de 100 à 150^m.

Conclusion. — L'échauffement du liquide dans ce deuxième cas n'est donc pas non plus en rapport avec les indications de l'ampèremètre.

Dans un autre dispositif, j'emploie un flacon plat dont les faces parallèles sont revêtues extérieurement de deux feuilles d'étain ne se touchant pas et en rapport avec les deux pôles de haute fréquence. Le liquide enfermé dans le flacon est sans contact avec les pôles et peut être de nature quelconque. J'ai mesuré de cette façon l'échauffement de liquides variés (électrolytes ou isolants plus ou moins parfaits). Ces dernières mesures n'intéressant pas les médecins, je n'en parlerai pas dans cette Note.

Quant au troisième procédé décrit dans ma Note à l'Académie du 3 juillet 1893, il consiste à placer le sujet au centre d'un solénoïde parcouru par le courant de H. F. L'induction produite dans le corps est suffisante pour qu'en arrondissant les bras et complétant le circuit par une lampe à incandescence tenue entre les mains cette lampe s'allume.

Dans ce cas le sujet n'a aucun rapport avec la source électrique. Chaque tissu, chaque cellule est le siège de courants induits s'accompagnant de

modifications physiologiques dont je n'ai pas à parler ici. J'ai montré devant la Commission de l'Académie en 1893, et en avril 1897 à la Société des Électriciens, qu'on pouvait facilement par ce procédé porter rapidement à l'ébullition de grandes masses de mercure, fondre de l'étain, etc.

Ces expériences qui remontent déjà à 35 ans ont été le point de départ, comme le rappelait notre Confrère M. Breton, des fours d'induction à haute fréquence récemment introduits dans l'industrie.

Dans ce cas l'échauffement observé est proportionnel au produit de la fréquence par le carré du courant comme je le signalais dans ma Note de 1893.

On peut voir par ces quelques exemples (et d'autres) que des dispositifs réalisés pour des fins médicales peuvent être de quelque utilité en physique et en industrie.

Remarque. — Notre confrère M. Fabry a soumis au calcul le problème que j'ai étudié expérimentalement ([1]).

Nous sommes en complet accord pour le cas envisagé d'électrolytes ne contenant pas de corps figurés en suspension. L'échauffement par le courant de capacité est alors négligeable, surtout aux intensités ne dépassant pas un ampère.

En cas contraire, et avec des intensités pouvant atteindre 15 et 20 ampères, il en est autrement semble-t-il. En tout cas, le double courant de conduction et de capacité traversant l'ampèremètre est bien la cause du désaccord dangereux que je signalais.

Aux médecins que pourraient effaroucher les équations, pourtant si simples de M. Fabry, je conseille la lecture du livre de notre Confrère Georges Claude : *l'Électricité à la portée de tout le monde*, au chapitre intitulé : Force électromotrice alternative sur self-induction et capacité.

ALGÈBRE. — *Sur la résolution numérique des systèmes d'équations algébriques entières à un nombre quelconque d'inconnues.* Note ([2]) de M. **Ch. Riquier**.

I. Considérons un système d'équations aux dérivées partielles n'impliquant qu'une fonction inconnue, et présentant, par rapport à celle-ci et à

([1]) *Comptes rendus,* 185, 1927, p. 684.
([2]) Séance du 10 octobre 1927.

ses dérivées, la forme linéaire et homogène à coefficients constants. Exclusion étant faite de la solution banale où l'inconnue, u, est identiquement nulle :

1° Nous dirons que le système est *possible* ou *impossible*, suivant qu'il admet ou non quelque autre solution ;

2° Nous nommerons *intégration restreinte* du système la recherche des solutions de la forme

$$u = \upsilon e^{rX+sY+\ldots},$$

où X, Y, ... désignent les variables indépendantes, en nombre quelconque n, et υ, r, s, ... des constantes, en nombre $n+1$, dont la première, υ, est expressément assujettie à n'être pas nulle ; les solutions de cette forme seront elles-mêmes qualifiées d'*immédiates*. Dans une solution immédiate, la constante (non nulle) υ est évidemment arbitraire.

Cela posé :

a. *On peut*, à l'aide d'un calcul limité, *reconnaître si un système donné* (de la forme spécifiée plus haut) *est possible ou impossible*, *et*, *dans le cas de possibilité, si son intégrale générale dépend d'un nombre limité ou illimité de constantes arbitraires.*

b. Dans le cas où le système est possible et où son intégrale générale dépend d'un nombre limité, g, de constantes arbitraires, *son intégration restreinte peut s'effectuer par la résolution d'un système de n équations algébriques entières de degré g, aux n inconnues r, s, ... de la forme*

$$F_1(r) = 0, \qquad F_2(s) = 0, \qquad \ldots.$$

II. A un système algébrique quelconque où se trouvent engagées les n inconnues x, y, ...,

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} M_1 x^{\alpha_1} y^{\beta_1} \ldots + \ldots + P_1 = 0, \\ M_2 x^{\alpha_2} y^{\beta_2} \ldots + \ldots + P_2 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ (M_1, \ldots, P_1, M_2, \ldots, P_2, \ldots, \text{coefficients constants}), \end{array} \right.$$

faisons correspondre le système différentiel partiel

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} M_1 \dfrac{\partial^{\alpha_1+\beta_1+\ldots} u}{\partial X^{\alpha_1} \partial Y^{\beta_1} \ldots} + \ldots + P_1 u = 0, \\ M_2 \dfrac{\partial^{\alpha_2+\beta_2+\ldots} u}{\partial X^{\alpha_2} \partial Y^{\beta_2} \ldots} + \ldots + P_2 u = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

impliquant la fonction inconnue u des n variables indépendantes X, Y, ...

Pour que le système algébrique (1) admette la solution numérique

$$x, y, \ldots = x', y', \ldots,$$

il faut et il suffit que le système différentiel partiel (2) admette la solution immédiate (I, 2°)

$$u = v\,e^{x'X + y'Y + \ldots}.$$

Et ainsi, *la recherche des solutions numériques du système* (1) *se ramène à l'intégration restreinte du système* (2), *et réciproquement.*

Cela posé :

Cas fondamental. — *Si le système* (2) *est possible et que son intégrale générale dépende d'un nombre limité, g, de constantes arbitraires, la résolution numérique du système* (1) *se trouve ramenée* au cas signalé plus haut (I, *b*) de l'intégration restreinte, et, par suite, *à la résolution numérique d'un système de n équations de degré g, impliquant respectivement n inconnues différentes.*

III. Outre la connaissance du cas fondamental (II), le problème de la résolution numérique des systèmes algébriques, envisagé dans toute sa généralité, nécessite celle d'une question qui ne se trouve suffisamment éclaircie que dans des travaux encore presque ignorés : il s'agit de la recherche des *conditions nécessaires et suffisantes pour que* N *équations algébriques à l'inconnue x admettent quelque racine commune.*

Le cas de N = 2, traité par Euler, est classique. Si N > 2, *le cas de* N *équations se ramène à celui de* N — 1 *équations :* on peut dès lors, quel que soit N, effectuer, par voie de récurrence, l'élimination de x.

IV. Toutes ces notions une fois posées, on établit que *la recherche des solutions numériques d'un système quelconque d'équations algébriques entières à un nombre quelconque, n, d'inconnues, se ramène à la considération exclusive du cas fondamental* (II).

A cet effet, on vérifie tout d'abord l'exactitude de la proposition pour $n = 1$; on montre ensuite que, si elle est vraie pour $n - 1$ inconnues, elle l'est nécessairement encore pour n inconnues.

M. E. **Fournier** fait hommage à l'Académie d'un *Projet de règles internationales urgentes pour empêcher tout risque d'abordages en brume, entre des escadres ou des convois, ou entre des bâtiments à moteurs naviguant isolément.*

M. **L. Joubin** présente le premier fascicule d'une Faune de la Méditerranée dont la publication lui a été confiée par la *Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée*. Cette publication est caractérisée par sa forme inédite de fiches illustrées; chaque espèce a sa fiche contenant les figures types, la diagnose, la distribution en étendue et en profondeur, la synonymie et la bibliographie. Ce mode d'édition permet l'addition constante des espèces récemment découvertes, et rendra de grands services aux naturalistes.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° E. Brumpt. *Précis de Parasitologie*. Quatrième édition. (Présenté par M. F. Mesnil.)

2° George-Edgar Bonnet. *Les expériences monétaires contemporaines*.

3° Septime Gorceix. *Une grande œuvre française au Brésil* (Extrait de la *Revue de l'Amérique latine*).

4° P. Grandadam. *Petit manuel illustré de la mise en valeur de nos colonies*.

5° Sabba Stefanescu. Université de Bucarest. Travaux du Laboratoire de paléontologie. 30 *notes sur l'organisation des molaires et sur la phylogénie des éléphants et des mastodontes*.

6° Charles Marie, *Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique, de biologie et de technologie*. (Volume XI, 1923-1924. Première partie.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences à surface moyenne plane.* Note (1) de M. **P. Vincensini**.

J'ai montré dans ma Thèse (2) comment la considération des surfaces réglées d'une congruence rectiligne, admettant pour images sphériques une famille

(1) Séance du 26 septembre 1927.

(2) *Sur trois types de congruences rectilignes* [*Annales de la Fac. des Sc. de Toulouse*, 3e série, **19**, 1927, § 13 (sous presse)].

de cercles coaxiaux, permet de passer des congruences à enveloppée moyenne point (congruences d'Appell généralisées) aux congruences à foyers associés équidistants d'une droite fixe, puis aux congruences à surface moyenne plane.

La même considération m'a conduit à la présente Note qui se rapporte au passage des congruences de normales aux congruences à surface moyenne plane.

G. Guichard a indiqué [1] une construction réalisant ce passage de façon élégante *par l'intermédiaire des surfaces orthogonales* aux rayons des premières congruences.

La condition que je vais indiquer utilise *directement* les congruences de normales elles-mêmes. En outre elle est peut être susceptible d'attirer l'attention sur une forme très simple, n'utilisant que des quantités invariantes, sous laquelle, dans ma Thèse, j'ai mis les équations d'une congruence à surface moyenne plane.

Donnons-nous une surface quelconque par son plan tangent :

$$X\xi + Y\eta + Z\zeta = \Phi;$$

X, Y, Z, cosinus directeurs de la normale au plan, sont des fonctions connues de deux paramètres u et v; Φ, distance de l'origine au plan tangent, est également une fonction connue de u et v.

Les coordonnées du point de contact sont données par les formules de Weingarten

$$(1) \qquad \xi = \Delta(\Phi, X) + \Phi X, \qquad \eta = \Delta(\Phi, Y) + \Phi Y, \qquad \zeta = \Delta(\Phi, Z) + \Phi Z,$$

où le symbole Δ désigne le paramètre différentiel mixte, du premier ordre, de Beltrami relatif au ds^2 de la représentation sphérique de la surface.

Si Φ est quelconque, les formules (1) définissent la congruence de normales la plus générale.

J'ai montré dans ma Thèse qu'au moyen du paramètre ci-dessus, la congruence à surface moyenne plane la plus générale peut se représenter par les équations

$$(2) \qquad x = Z\Delta(\Phi, Y), \qquad y = -Z\Delta(\Phi, X).$$

Le plan moyen est le plan xOy; Φ est une fonction arbitraire des deux

---

[1] *Sur les congruences dont la surface moyenne est un plan* (*Comptes rendus*, 114, 1892, p. 729).

variables u, v, qui fixent un rayon quelconque de la congruence ; X, Y, Z sont les cosinus directeurs du rayon (u, v) issu du point (x, y) du plan moyen.

Cela étant, envisageons le pied M de la perpendiculaire abaissée de l'origine O, sur un rayon quelconque D, d'une congruence de normales définie par les formules (1); ses coordonnées sont

$$\xi_1 = \Delta(\Phi, X), \qquad \eta_1 = \Delta(\Phi, Y), \qquad \zeta_1 = \Delta(\Phi, Z).$$

La projection μ du point M sur le plan xOy a pour coordonnées

$$\xi_1 = \Delta(\Phi, X), \qquad \eta_1 = \Delta(\Phi, Y).$$

Faisons tourner cette projection de 90° autour de l'origine dans le plan xOy, et soumettons-la ensuite à une homothétie de centre O et de rapport $Z = \sin\theta$, θ étant l'angle de D avec le plan xOy, nous obtenons le point m de coordonnées

$$(3) \qquad x' = Z\,\Delta(\Phi, Y), \qquad y' = -Z\,\Delta(\Phi, X).$$

Les formules (3) sont identiques aux formules (2). Si donc on mène par chaque point m la parallèle au rayon D correspondant de la congruence de normales de départ, on obtient une congruence à surface moyenne plane. En résumé :

Si l'on projette les pieds des perpendiculaires abaissées d'un point fixe quelconque O *de l'espace sur les différents rayons d'une congruence de normales, sur un plan fixe quelconque* P *passant par* O ; *si l'on soumet chaque projection à une rotation de* 90°, *dans le plan* P, *autour de* O, *suivie d'une homothétie de centre* O *et de rapport égal au sinus de l'angle que fait le rayon considéré avec* P, *enfin si l'on mène par le point obtenu une parallèle au rayon considéré, on obtient une congruence à surface moyenne plane, le plan moyen étant* P.

On obtient d'ailleurs par ce procédé toutes les congruences à surface moyenne plane.

Notons que, si l'on n'a égard qu'à la forme, la construction actuelle fait correspondre à une congruence de normales déterminée un ensemble à 5 paramètres de congruences à surface moyenne plane, tandis que l'ensemble obtenu avec la construction de Guichard est à 3 paramètres seulement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre de la forme $s = p\mathfrak{I}(x, y, z, q)$ qui sont de la première classe.* Note de M. E. Lainé, présentée par M. Goursat.

Ces équations ont été étudiées dans un important Mémoire de M. Gosse [1]. Pour éviter des longueurs, nous prierons le lecteur de se reporter aux notations dudit Mémoire.

Rappelons d'abord que si $\frac{\partial \mathfrak{I}}{\partial x} = 0$, l'équation

$$s = p\mathfrak{I}(x, y, z, q) \tag{1}$$

admet un invariant du premier ordre, hypothèse que nous écarterons.

Pour former en particulier les équations (1) qui satisfont aux conditions de M. Gau relativement au système (Y) de caractéristiques, M. Gosse est conduit à rechercher les fonctions $\mathfrak{I}$ qui satisfont au système

$$\mathfrak{I} = \frac{\partial}{\partial y} b(x, y, z) + q\frac{\partial b}{\partial z} + X(x)\mathfrak{I}_1(y, z, q),$$

$$\frac{\partial}{\partial z} u(y, z, q) + \mathfrak{I}\frac{\partial u}{\partial q} = uh(x, y, z) + h_1(x, y, z),$$

$$\frac{\partial u}{\partial q}\left(\frac{\partial^2 b}{\partial x\, \partial y} + q\frac{\partial^2 b}{\partial z\, \partial x} + X'\mathfrak{I}_1\right) = u\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h_1}{\partial x}.$$

Si $\frac{\partial h}{\partial x} = 0$, on a des équations déjà étudiées ; si $\frac{\partial h}{\partial x} \neq 0$, on doit avoir

$$u = q^{a(y, z)}.$$

D'après les calculs de M. Gosse, on a alors nécessairement

$$a(n-1) + 1 = 0,$$

n désignant l'ordre minimum d'invariance pour le système (Y). Cette conclusion est incomplète.

J'ai vérifié en effet qu'on pouvait prendre

$$a = \frac{1}{1-n}, \qquad a = -1 \qquad \text{ou} \qquad a = \frac{1}{2}.$$

---

(1) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 3e série, 16, 1924, p. 214-224.

Dans le premier cas on a l'équation

$$(2)\qquad s = pq\left[q^{\frac{1}{n-1}}l(y, z) + l_1(y, z) + \mu(x, z)\right];$$

M. Gosse a montré, par un long et difficile calcul, que cette équation ne pouvait pas être de la première classe : on arrive immédiatement à ce résultat en observant, d'une manière générale, que l'équation

$$s = q^\alpha \varphi_1(x, y, z, p) + q\varphi_2(x, y, z, p) \qquad (\varphi_1 \not\equiv 0)$$

ne peut avoir d'invariant pour le système (X) que si l'on a, m désignant un entier positif, $\alpha = \frac{m-1}{m}$, ce qui élimine l'équation (2).

Même conclusion pour l'hypothèse $a = -1$.

Enfin, en prenant $a = \frac{1}{2}$, j'ai obtenu les formes canoniques

$$(3)\qquad s = p\left[q\left(\frac{1}{z-x} + \frac{1}{z-y}\right) + \frac{Y\sqrt{q}}{z-y}\right];$$

$$(4)\qquad s = p\left[q\left(\frac{1}{z-x} + \frac{1}{z}\right) + \frac{Y\sqrt{q}}{z}\right],$$

où Y désigne une fonction arbitraire de la variable y.

Les équations (3) et (4) échappent aux conclusions de M. Gosse. En fait, pour $Y = 1$, l'équation (3) est de la première classe, ainsi que je l'ai établi dans une Note antérieure. Rien ne prouve *a priori* qu'il n'en puisse être de même pour d'autres formes de la fonction arbitraire Y.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'intégrale* (A) *de M. Denjoy.* Note de M. **Stefan Kempisty**, transmise par M. Émile Borel.

1. M. Denjoy, en se servant de *maximum* M et de *minimum m d'épaisseur* relativement au couple (α, β), $\alpha + \beta < 1$, a défini l'intégrale (A) d'une fonction $f(x)$ dans l'intervalle (a, b) comme limite commune et indépendante de α et β des sommes $\sum M_i(x_i - x_{i-1})$ et $\sum m_i(x_i - x_{i-1})$, la plus grande des différences $x_i - x_{i-1}$ tendant vers zéro [1].

Or on peut établir que, pour $\alpha = \beta = \lambda < \frac{1}{2}$, les nombres M et m sont

[1] *Sur l'intégration riemannienne* (*Comptes rendus*, 169, 1919, p. 219-220).

respectivement égaux aux *bornes à densité* λ *près* dont je me suis servi pour former les intégrales extrêmes asymptotiques (¹).

Comme dans un intervalle fixe on a, pour $0 < \lambda < 1$,

$$M(\lambda) = m(1-\lambda),$$

il est évident que l'*intégrale asymptotique est équivalente à l'intégrale* (A) *de M. Denjoy*.

2. En s'appuyant sur cette équivalence, nous allons montrer que l'*extension de l'intégrale* (A) *est la même que celle de l'intégrale lebesgienne* (²).

Comme toute fonction sommable est intégrable au sens (A) (³), il suffit d'établir la réciproque.

Soit $f_{N'}^{N}$ la fonction f bornée aux nombres N et N′ (N > N′). On a évidemment

$$\int_a^b f_{N'}^{N}\,dx < \sum M_{N'}(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1}) + \lambda N(b-a),$$

$M_{N'}$ étant la borne supérieure à densité λ près bornée inférieurement au nombre N′.

Choisissons une division de (a, b) telle qu'on ait, pour la limite supérieure $S(\lambda)$ de la somme supérieure, l'inégalité

$$\sum M(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1}) < S(\lambda) + \varepsilon.$$

Lorsque

$$A < M(x_{i-1}, x_i, \lambda) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-1),$$

nous avons, quel que soit N′ inférieur à A,

$$M_{N'}(x_{i-1}, x_i, \lambda) = M(x_{i-1}, x_i, \lambda)$$

et alors

$$\int_a^b f_{N'}^{N}\,dx < S(\lambda) + \varepsilon + \lambda N(b-a).$$

La densité λ tendant vers zéro, nous obtenons à la limite

$$\int_a^b f_{N'}^{N}\,dx < (A)\overline{\int_a^b} f(x)\,dx + \varepsilon,$$

quel que soit N pour N′ < A.

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 812-813.

(²) C'était justement la supposition de M. Denjoy. La fonction non sommable que j'ai citée dans ma Note n'est pas intégrable asymptotiquement, comme il résulte d'une remarque de M. Denjoy.

(³) A. DENJOY, *loc. cit.*, p. 220.

On établit de la même manière que

$$\int_a^b f_{N'}^{N}\,dx > (A)\int_{\underline{a}}^{b} f(x)\,dx - \varepsilon,$$

pour $N > B$ et N' quelconque.

Quand $f(x)$ est intégrable asymptotiquement dans (a, b), on a alors

$$\lim_{\substack{N=\infty\\ N'=-\infty}} \int_a^b f_{N'}^{N}\,dx = (A)\int_a^b f(x)\,dx.$$

Par suite, $f(x)$ est sommable [1] et son intégrale lebesgienne est égale à l'intégrale asymptotique, donc à l'intégrale (A) de M. Denjoy.

3. Dans ma dernière Note : *Intégration de la dérivée régulière* [2], j'ai montré qu'*une dérivée régulière* [3] *finie* $f(x)$ *de la variation de* $F(x)$ *dans l'ensemble simple* $\mathcal{E}$ (formé d'un nombre fini d'intervalles non empiétants) est intégrable asymptotiquement, son intégrale représentant la variation de la fonction primitive. Il résulte de l'équivalence établie que cette *dérivée est sommable*.

Dans ces raisonnements, on peut d'ailleurs remplacer la variation de F dans un intervalle par une *fonction d'intervalle additive* F(I).

Lorsque F(I) n'est pas additive, son intégrale, au sens de M. Burtall [4], existe et est égale à l'intégrale lebesgienne de la dérivée régulière de $F(\mathcal{E})$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la divergence des séries de Fourier de fonctions continues*. Note de M. **Georges Alexits**, transmise par M. Émile Borel.

Nos connaissances concernant les séries de Fourier de fonctions continues divergentes n'apportent aucune contribution au problème très important de la mesure de l'ensemble de divergence. Je veux démontrer qu'il y a des séries de Fourier continues ne convergeant que sur un ensemble de mesure $< 2\pi$. C'est d'autant plus remarquable que la construction très simple de

(1) E.-W. Hobson, *The Theory of Functions*, 1, Cambridge, 1921, p. 523.

(2) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 69. Erratum : *au lieu de* $(x-h, x+h)$, *lire* $(x-h, x+k)$.

(3) C'est-à-dire dérivée sur toutes les familles régulières d'ensembles $\mathcal{E}$.

(4) *Functions of Intervals* (*Proc. Lond. Math. Soc.*, 22, II, 1922, p. 279).

M. Fejér [1] fournit d'après notre théorème un exemple d'une série de puissances continue divergente sur un ensemble de mesure positive.

Soient les sommes partielles d'une série de Fourier représentées par

$$s_n(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{\nu=1}^{n} (a_\nu \cos\nu x + b_\nu \sin\nu x),$$

où a_ν et b_ν appartiennent à une fonction continue $f(x)$. Désignons par $I_{2\pi}$ l'intervalle fermé $0 \leq x \leq 2\pi$ et par D l'ensemble des points x, dont les sommes partielles $s_n(x)$ ne convergent pas. Soit encore $D^\star$ l'ensemble sur lequel la limite supérieure $\bar{s}(x) = \overline{\lim\limits_{n \to \infty}} s_n(x)$ prend les valeurs $+\infty$, c'est-à-dire $\bar{s}(x) = +\infty$, lorsque $x \varepsilon D^\star$.

Si l'ensemble $D^\star$ *est dense dans l'intervalle* $I_{2\pi}$, *il s'ensuit pour la mesure de l'ensemble de divergence :*

$$\text{mes}\, D > 0.$$

On a en effet

$$\bar{s}(x) = \lim_{n \to \infty} \lim_{\lambda \to \infty} \varphi_{n,\lambda}(x),$$

la fonction $\varphi_{n,\lambda}$ désignant en tout point $x \varepsilon \mathcal{I}_{2\pi}$ la plus grande valeur des fonctions $s_n(x)$, $s_{n+1}(x)$, ..., $s_{n+\lambda}(x)$. Toutes les fonctions $\varphi_{n,\lambda}$ sont continues et la suite $\varphi_{n,1}$, $\varphi_{n,2}$, ..., $\varphi_{n,\lambda}$, ... est monotonément croissante, la fonction $\lim\limits_{n \to \infty} \varphi_{n,\lambda}$ est donc une fonction de M. Young [2] et, comme la suite $\lim\limits_{\lambda \to \infty} \varphi_{n,\lambda}$, $\lim\limits_{\lambda \to \infty} \varphi_{n+1,\lambda}$, ..., $\lim\limits_{\lambda \to \infty} \varphi_{n+\mu,\lambda}$, ... est monotonément décroissante, $\bar{s}(x)$ est une fonction (lu). L'ensemble $E(\bar{s} < p)$ est donc un ensemble $\mathcal{F}_\sigma$. Le complément $CD^\star$ de l'ensemble $D^\star$, c'est-à-dire la somme

$$CD^\star = E(\bar{s} < 1) + E(\bar{s} < 2) + \ldots + E(\bar{s} < p) + \ldots$$

est par conséquence aussi un $\mathcal{F}_\sigma$, l'ensemble $D^\star$ alors un ensemble G_δ.

Soit maintenant l'ensemble $D^\star$ dense dans l'intervalle $\mathcal{I}_{2\pi}$. $D^\star$ est alors de deuxième catégorie en $\mathcal{I}_{2\pi}$, parce qu'il est un ensemble G_δ dense en $\mathcal{I}_{2\pi}$. L'ensemble de divergence D est donc, à cause de $D^\star \subset D$, d'autant plus de deuxième catégorie en $\mathcal{I}_{2\pi}$. Son complément C, c'est-à-dire l'ensemble de convergence, est alors de première catégorie dans l'intervalle $\mathcal{I}_{2\pi}$, parce

(1) L. Fejér, *Münch. Sitzgsber.*, 1910, p. 1-17.

(2) W. H. Young, *London Proc.*, 2e série, 12, 1913, p. 260-287.

que les ensembles C et D, étant mesurables (B), jouissent de la propriété de Baire (¹).

Soit ξ un point de l'ensemble C, alors, comme $\lim\limits_{n\to\infty} s_n(\xi)$ existe pour tous les points $\xi \varepsilon C$ et $f(\xi) = \lim\limits_{\lambda\to\infty} s_n(\xi)$ est une fonction continue, il faut (²) qu'il y ait à un nombre $\delta > 0$ un voisinage V_ξ du point ξ et un index m, pour lequel l'inégalité suivante est satisfaite

$$|f(y) - s_m(y)| < \delta \qquad (y \varepsilon V_\xi).$$

Désignons par $B(\delta)$ l'ensemble de tous les points x ayant un tel voisinage V_x. Tous les points $z \varepsilon V_x$ ont aussi un tel voisinage $V_z \subset V_x$, donc $V_x \subset B_\delta$. L'ensemble $B(\delta)$ contient par conséquence la réunion o des voisinages V_x, formés pour tous les points $x \varepsilon B(\delta)$. L'ensemble o est ouvert, parce qu'il est, en vertu du théorème de Borel-Lindelöf, la somme d'un nombre dénombrable de voisinages V_x. Mais comme on a évidemment $B(\delta) \subset o$, il résulte que l'ensemble $B(\delta) = o$ est ouvert. On voit donc que l'ensemble de convergence

$$C = B(1)\,B\left(\frac{1}{2}\right)\ldots B\left(\frac{1}{n}\right)\ldots$$

est un ensemble G_δ.

Faisons l'hypothèse que mes $C = 2\pi$, il s'ensuit aisément que C est alors un ensemble dense dans l'intervalle $I_{2\pi}$. C'est par conséquent, comme tous les ensembles G_δ denses en $I_{2\pi}$, un ensemble de deuxième catégorie dans l'intervalle $I_{2\pi}$, ce qui est en contradiction avec notre résultat précédent, d'après lequel C doit être de première catégorie en $I_{2\pi}$. Il faut donc supposer mes $C < 2\pi$, *q. e. d.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions croissantes régulières.* Note de M. N. **Podtiaguine**, transmise par M. Émile Borel.

En complétant ma Note précédente, je veux indiquer ici quelques propriétés fondamentales des fonctions régulières, du second ordre.

1° *Soient $y_1(x)$ et $y_1(x)$ deux fonctions régulières du second ordre dont les ordres de la croissance sont finis. Si l'ordre de la croissance de la fonction $y_2(x)$ par rapport à la fonction $y_1(x)$ est inférieur ou égal à un, la*

(¹) H. Lebesgue, *Journ. de Math.*, 6ᵉ série, 1, 1905, p. 139-216.

(²) S. Kakeya, *Tohoku Math. Journ.*, 3, 1913, p. 137-139.

somme de ces fonctions est une fonction régulière au moins du second ordre et son indice de régularité du second ordre est égal à celui de la fonction $y_1(x)$.

2° *Si* $y_1(x)$ *et* $y_2(x)$ *sont deux fonctions régulières du second ordre et si leurs ordres de la croissance sont finis, le produit de ces fonctions est une fonction régulière au moins du second ordre et son indice de régularité du second ordre* α *est donné par la formule*

$$\alpha_2 = \frac{1-\beta\gamma}{2-\beta-\gamma},$$

β *et* γ *étant des indices de régularité du second ordre des fonctions* $y_1(x)$ *et* $y_2(x)$.

3° *Si* $y_1(x), y_2(x), y_3(x), \ldots, y_n(x)$ *sont des fonctions régulières du second ordre et si leurs ordres de la croissance sont finis, la fonction*

$$y(x) = y_1\{y_2\{y_3[\ldots y_n(x_1)]\}\}$$

est une fonction régulière au moins du second ordre et son indice de régularité du second ordre α *est déterminé par la formule*

$$1-\alpha = (1-\alpha_1)(1-\alpha_2)(1-\alpha_3)\ldots(1-\alpha_n),$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_n$ *étant des indices de régularité du second ordre des fonctions* $y_1(x), y_2(x), y_3(x), \ldots, y_n(x)$.

4° *Si l'ordre de la croissance d'une fonction* $y(x)$ *par rapport à une autre fonction* $y_1(x)$ *est égal à un nombre positif* k *et si les fonctions* $y(x)$ *et* $y_1(x)$ *sont régulières du second ordre et si, enfin, l'indice de régularité du second ordre de* $y(x)$ *est différent de zéro, l'ordre de la croissance de la dérivée* $y'(x)$ *par rapport à la même fonction* $y_1(x)$ *est égal à un nombre fini* k^1 *qui vérifie l'égalité*

$$k^1 = k + \beta - 1, \tag{1}$$

β *étant l'indice de régularité du second ordre de la fonction* $y_1(x)$,

Si, en particulier, l'ordre de la croissance de la fonction $y_1(x)$ sera infini l'ordre de la croissance de la dérivée $y'(x)$ par rapport à $y_1(x)$ sera égal à celui de la fonction $y(x)$ même, car on aura dans ce cas $\beta = 1$. Si $y_1(x) = x$, la formule (1) donne $k' = k - 1$.

5° *Toute fonction* $y(x)$ *régulière du second ordre vérifie à partir d'une certaine valeur de* x *aux inégalités*

$$[y(x)]^{\alpha-\varepsilon} < y'(x) < [y(x)]^{\alpha+\varepsilon},$$

quelque petit que soit le nombre positif ε, α *étant l'indice de régularité du second ordre de la fonction* $y(x)$.

6° *Si la fonction* $y(x)$ *est telle que* $\log_p(y)$, p *étant un entier positif, est une fonction régulière du second ordre, il existe toujours une valeur de* x *à partir de laquelle on a constamment*

$$y \log y \log_2 y \ldots (\log_p y)^{\alpha-\varepsilon} < y'(x) < y \log y \log_2 y \ldots (\log_p y)^{\alpha-\varepsilon},$$

quelque petit que soit ε, α *étant l'indice du second ordre de la fonction* $\log_p y(x)$.

7° *Si l'ordre de la croissance d'une fonction* $y(x)$ *est égal à un nombre* K *vérifiant la condition* $K > -1$, *l'intégrale* $\int_{x_0}^{x} y(x)\,dx$, x_0 *étant une valeur quelconque de* x, *est une fonction régulière au moins du second ordre.*

8° *Toute fonction* $y(x)$ *régulière du second ordre vérifie l'égalité*

$$\lim \frac{y\{x + [y(x)]^{1-\alpha-\eta}\}}{y(x)} = 1,$$

quelque petit que soit le nombre positif η, α *étant l'indice de régularité du second ordre de la fonction* $y(x)$.

ASTRONOMIE. — *Schèmes algébriques des dates des phases lunaires et de l'horaire des marées relatives.* Note de M. **Antonio Cabreira.**

Étant donné que le mois synodique et l'intervalle entre deux phases de la Lune sont respectivement $29^j 12^h 44^m 2^s,8$ et $7^j 9^h 11^m 0^s,7 \pm \Delta$, nous aurons pour les phases dans une année quelconque, dont l'épacte astronomique est e, l'expression

$$(1)\quad (7^j 9^h 11^m 0^s,7) \times (\mathcal{L} - 1) + (12^h 44^m 2^s,8) \times n + [29 \times (n-1) + 30 - e]^j \pm \Delta,$$

où $\mathcal{L}$ représente 1, 2, 3 et 4, selon qu'il s'agit de la nouvelle lune, du croissant, de la pleine lune ou du dernier quartier; n le nombre d'ordre de chaque phase, et Δ la différence entre la date de la phase et celle dans laquelle devrait s'effectuer la même phase si l'astre n'avait subi aucune perturbation [1].

---

(1) Nous avons trouvé $\Delta = \pm 1^j 1^h 38^m 21^s,2$ comme moyenne des 987 phases effectuées pendant les ans 1899 à 1918 et referées au méridien de Lisbonne.

En supposant que le passage de la Lune par le méridien supérieur du lieu s'effectue dans le jour civil de la conjonction aux $12^{\text{h}}+\delta$, que la variation moyenne de l'ascension droite, pendant une heure, est de $2^{\text{m}},1$, ce qui donne $50^{\text{m}}24^{\text{s}}$ pour retard quotidien de l'astre, en imaginant celui-ci à la distance moyenne aux 12 heures de tous les jours civils, et, par conséquent, $15'30'',63$ pour diamètre apparent, en appliquant la valeur moyenne de δ (1) et en attendant aux intervalles écoulés entre les hautes marées et les basses mers, on obtient le schème suivant de l'horaire moyen des marées régulières dans le susdit lieu :

$$(2)\quad (10\times z+a)^{\circ}\, b'\,\text{long.}\left\{\begin{array}{ll}
\textit{Ouest.} & \begin{array}{rr} 1^{\text{re}}\text{ H. mar.} & 12^{\text{h}} \\ \text{B. mér.} & 19 \\ 2^{\text{e}}\text{ H. mar.} & 1 \\ \text{B. mér.} & 7\end{array}\left[\left.\begin{array}{r}57\\9\\22\\34\end{array}\right\}+z\right]^{\text{m}} \\
\textit{Est.} & \begin{array}{rr} 1^{\text{re}}\text{ H. mar.} & 12 \\ \text{B. mér.} & 19 \\ 2^{\text{e}}\text{ H. mar.} & 1 \\ \text{B. mér.} & 7\end{array}\left[\left.\begin{array}{r}\left\{\begin{array}{r}57\\58\end{array}\right.\\ \left\{\begin{array}{r}9\\10\end{array}\right.\\ \left\{\begin{array}{r}22\\23\end{array}\right.\\ \left\{\begin{array}{r}34\\35\end{array}\right.\end{array}\right\}-z\right]\text{quand } z\left\{\begin{array}{c}=\\>\\=\\>\\=\\>\\=\\>\end{array}\right\}0
\end{array}\right\} + (50.24^{\text{s}})\times(\hat{a}g-1) + \left[\frac{v}{10}\times\left(a+\frac{b}{60}\right)\right]^{\text{s}} + \text{EP}.$$

où z, a, b, $\hat{a}g$, v et EP indiquent, respectivement, le nombre des dizaines et des unités des degrés et les minutes de la longitude du lieu, l'âge de la Lune, la variation de la correction, représentée en secondes, relative à l'intervalle qui contient l'heure du passage et l'établissement du port.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la rotation de la planète Mercure.* Note (2) de M. **E.-M. Antoniadi**, présentée par M. H. Deslandres.

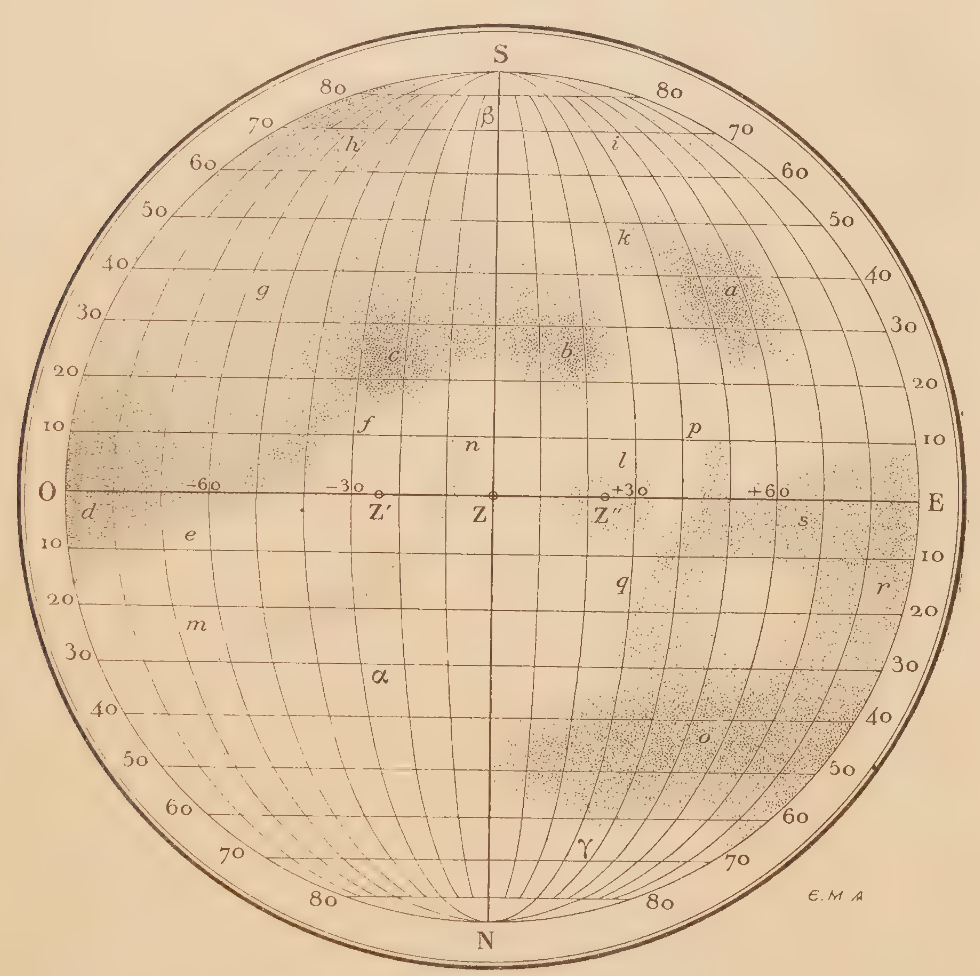
Dans une Note antérieure (3), j'ai signalé qu'une tache foncée, observée en juin dernier sur Mercure avec la lunette de $0^{\text{m}},83$ de Meudon, avait semblé rester fixe relativement au terminateur. Depuis, j'ai suivi la

(1) Nous avons déduit $0^{\text{h}}29^{\text{m}}25^{\text{s}},16$ comme moyenne des 234 valeurs de δ dans le méridien de Greenwich, relatives aux conjonctions effectuées dans les ans 1901 à 1919.

(2) Séance du 10 octobre 1927.

(3) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 261.

planète en plein jour autant que le permettait l'état exceptionnellement nuageux du ciel l'été dernier.



Carte de Mercure, montrant la partie de la surface éclairée par le Soleil au périhélie ou à l'aphélie de la planète, d'après les observations faites depuis 1924 avec la lunette de $0^{m},83$ de Meudon.

Les diverses plages notées sur l'astre ont encore paru à peu près fixes par rapport au terminateur, qu'elles accompagnaient dans son déplacement graduel vers la gauche de l'image renversée. La rotation uniforme de la planète a été mise en évidence par une libration marquée en longitude. Quant à la libration en latitude, elle ne paraissait pas décelable.

Ces résultats confirment la découverte si remarquable de Schiaparelli, que la durée de rotation de Mercure égale la durée de sa révolution.

J'ai réuni mes observations sur un planisphère, qui n'est qu'une ébauche ou première approximation. Les plages ombrées y sont désignées par des lettres latines, les blanches par des lettres grecques.

Les principales taches foncées signalées par Schiaparelli ont été confirmées et se sont montrées plus étendues à cause de la diffraction restreinte dans le grand objectif, ce qui constitue une preuve additionnelle de leur réalité.

Mais la planète se présente bien différente dans la lunette de Meudon de ce que pouvait distinguer Schiaparelli : au lieu d'un enchevêtrement de bandes brunâtres, j'ai été frappé de l'aspect tacheté de Mercure, agrémenté d'ombres et de demi-tons sur un fond jaune, légèrement cuivré. On verra que les étendues claires de l'astre occupent plus d'espace que les foncées; qu'il y a une certaine tendance à la traînée irrégulière, vestige des convulsions passées de l'écorce; et que l'hémisphère austral est plus ombré que le boréal. Ces diverses particularités s'observent également sur Mars.

La grande tache foncée *a* du planisphère, signalée par M. Danjon en 1912, n'a été représentée que par un demi-ton très petit et très faible par Schiaparelli entre 1881 et 1889, et il est vraisemblable que si elle avait été alors aussi étendue et intense qu'aujourd'hui, son importance n'aurait pas échappé à l'astronome italien.

Les plages grisâtres de Mercure étaient souvent pâles à Meudon. Le 29 août dernier, les taches foncées du Sud ne se voyaient presque point alors que les images étaient parfaites; mais, huit jours plus tard, elles apparaissaient au moins aussi sombres que celles de Mars. De plus, la région polaire boréale, longtemps terne, se montra très blanche du 26 au 30 septembre. Les apparences en question viennent encore à l'appui des observations de nuées par Schiaparelli; mais ces voiles blafards, de nature inconnue, paraissent bien légers et semblent planer dans une atmosphère probablement plus raréfiée encore que celle de Mars.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *Sur un type de télescope photographique vertical fixe, avec cœlostat, à rapports focaux interchangeables.* Note [1] de M. **G.-W. Ritchey**, présentée par M. Ch. Fabry.

La question du type de monture le plus efficace pour réflecteurs photographiques de très grandes dimensions est devenue très importante. La

[1] Séance du 10 octobre 1927.

nouvelle combinaison aplanétique de deux miroirs optiques permet la construction d'un type d'équatorial très court et compact et d'une efficacité, d'une commodité et d'une économie extraordinaires [1]. Mais le succès des disques de miroirs composites et cellulaires [2], qui rend possible l'usage du pyrex et du quartz fondu pour des ouvertures considérables, a révélé la possibilité d'améliorations très importantes et de la construction de grands télescopes photographiques, nécessitant un type de monture encore plus efficace que le type d'équatorial très court lui-même.

Les disques composites cellulaires sont comparativement légers. De plus, leur construction permet l'usage d'un grand nombre de petites unités, de pyrex par exemple, au lieu d'un seul grand bloc. Ainsi, dans la construction d'un disque cellulaire en pyrex de $3^{m},66$ de diamètre, les plus grosses unités de pyrex pèseraient 250^{kg} chacune, tandis qu'un disque solide de pyrex de $3^{m},66$ de diamètre, ayant l'épaisseur minima admise, pèserait $10\,000^{kg}$. Le rapport est ici de 1 à 40, et il s'applique également à l'usage du quartz fondu et à tous les disques de grandes dimensions.

Les miroirs optiques composés de disques cellulaires permettant la ventilation ne changent pas de courbure par suite des changements ordinaires de la température. Les grands miroirs composites plans restent optiquement plans. La construction de très grands télescopes à cœlostat, de la plus haute efficacité optique, est rendue maintenant possible pour la première fois.

Pendant les huit dernières années, j'ai considéré longuement le projet détaillé d'un type de télescope vertical fixe à miroirs cellulaires. Ce type répond admirablement aux besoins et aux améliorations les plus délicates de la photographie astronomique et du travail astrophysique avec de très grandes ouvertures.

Dans ce modèle, le cœlostat et le deuxième grand miroir plan sont au sommet du réflecteur et de son édifice intérieur en béton, qui sont construits comme une seule unité. Le tube fixe du télescope est vertical et se trouve immédiatement sous le deuxième grand miroir plan. Quatre grands miroirs concaves, placés chacun face en haut sur son propre chariot et dans son appareil de flottaison mécanique, occupent le plancher du premier

---

(1) Chrétien, *Revue d'Optique*, 1, 1922, I et II, p. 1-28; Ritchey et Chrétien, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 266; Ritchey, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 640.

(2) Ritchey, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 208; *L'Astronomie*, 40, février 1926, p. 57.

sous-sol de l'édifice. Chacun de ces miroirs, dont les chariots sont mus à l'électricité, peut rouler sur des rails droits, exacts et horizontaux et se placer dans sa position centrale précise relativement à l'axe optique du télescope.

De même, chacun des quatre petits miroirs secondaires maintenus face en bas sur leurs chariots, chacun à la distance appropriée au-dessus de son grand miroir concave, peut être amené horizontalement à sa position centrale.

Au deuxième sous-sol, au moins huit grands appareils accessoires, tels que spectrographes, instruments de laboratoire astrophysique, appareils de photographie directe, etc., chacun dans sa chambre à température constante avec plancher et piliers en béton, sont prêts à être portés électriquement sur rail dans la position centrale précise, suivant les besoins.

Les quatre grands miroirs concaves, ayant chacun son miroir secondaire moindre, donnent des rapports focaux de 1 à 3, 1 à 4,5, 1 à 6,5 et 1 à 12 respectivement. Les deux premières combinaisons sont du type aplanétique Schwarzschild à deux miroirs (1); les deux dernières, du type aplanétique Ritchey-Chrétien à deux miroirs. Quelles que soient les dimensions du télescope, ces combinaisons, avec leurs appareils accessoires, peuvent être interchangées très rapidement la nuit, afin de tirer tout le parti possible des conditions variables des images.

Les plans détaillés sont pour un télescope vertical avec grands miroirs concaves de $3^{m},05$ d'ouverture, le miroir du cælostat et le deuxième miroir plan ayant chacun $3^{m},66$ d'ouverture. L'édifice intérieur, qui contient toutes les parties du cælostat et du télescope, est de construction massive en béton; c'est un tronc de cône qui a 18^{m} de diamètre au sommet, qui s'élève à 20^{m} au-dessus du niveau du sol, et qui a deux sous-sols, chacun de 6^{m} de profondeur et de 22^{m} de diamètre. Ce bâtiment, qui fait partie intégrante du télescope lui-même, est entouré d'une construction extérieure en acier supportant la coupole, une construction qui protège le bâtiment intérieur contre le vent et les intempéries et contre les grands changements de température. La coupole a un diamètre intérieur de 18^{m} pour l'ouverture de $3^{m},05$. Coupole et construction en acier sont munies de murs ventilés, doubles ou triples, en lames minces d'acier, et elles sont peintes en blanc.

Les plans sont tracés pour une localité située à 30° de latitude nord ou sud. Le champ d'action du télescope s'étend sur 40° de déclinaison, de 12° à 52° de déclinaison nord ou sud, sans perte importante de lumière aux deux extrémités. Pour ce champ d'action, le deuxième grand miroir plan doit se déplacer verticalement sur un parcours de $4^{m},8$.

---

(1) SCHWARZSCHILD, *Theorie der Spiegeltelescope*, Potsdam, 1905.

Ce type de télescope permet à l'observateur de travailler dans tous les genres de photographie astronomique directe et d'exécuter la plupart des travaux astrophysiques avec toute la commodité et tous les perfectionnements possibles d'un laboratoire fixe, maintenu à une température constante.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'étincelle d'ordre supérieur du soufre et du sélénium.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. Villard.

Les métalloïdes de la seconde famille (oxygène, soufre, sélénium, tellure) possèdent des spectres d'arc qui sont assez complètement connus et dont le type est le spectre de triplets de l'oxygène. Outre le spectre d'arc O I, l'oxygène possède deux spectres d'étincelle O II et O III appartenant respectivement à l'atome une fois et deux fois ionisé. Ces spectres, dont l'existence est reconnue depuis longtemps, ont été analysés au point de vue de leur structure par Fowler et par Croze.

Les autres éléments de la famille de l'oxygène ont des spectres d'étincelle encore très mal connus. Nous nous sommes proposé d'appliquer à leur étude la méthode de la décharge oscillante dans un tube sans électrode, qui nous a déjà permis d'analyser les spectres d'étincelle du mercure, des gaz rares et des halogènes. A cet effet, nous enfermons le métalloïde à étudier dans un tube de silice soigneusement vidé et nous l'excitons par la décharge oscillante qui passe dans un solénoïde enroulé sur le tube. L'image spectrographique de la décharge permet de reconnaître et de classer les raies d'après leurs caractères particuliers.

La méthode indiquée nous a permis de séparer nettement, dans le cas du soufre et du sélénium, le spectre d'étincelle du spectre d'arc et de reconnaître dans le premier de ces spectres deux degrés d'excitation successifs, correspondant très probablement à S II et S III d'une part, Se II et Se III de l'autre. Le tableau suivant donne, à titre d'indication, des listes de raies d'étincelle, toutes très intenses, appartenant aux quatre spectres signalés. Il est à noter qu'au-dessus de la longueur d'onde 4900 A. environ, il ne semble plus exister que des raies S II et Se II, à l'exclusion des raies S III et Se III.

S II.

4925,39	4486,67	4142,28	3368,08
24,14	83,47	4032,84	56,26
17,22	64,47	28,81	47,32
4885,67	63,64	3998,80	3147,54
24,07	56,42	93,55	30,71
15,58	32,42	90,97	3076,20
4792,04	4318,67	79,90	66,89
55,12	4294,44	33,30	2998,28
16,27	67,78	23,50	2817,56
4668,58	4189,69	3669,02	2688,32
56,77	74,29	16,91	2585,25
48,17	74,01	3596,00	84,29
4591,13	68,40	94,46	08,10
52,41	62,70	67,17	2336,25
49,59	53,11	3385,80	2236,76
24,98	45,10	71,87	

S III.

4802,82	3901,55	3369,49	2871,95
4677,70	3838,33	67,1	2863,48
4439,89	37,81	24,85	55,99
4364,72	18,04	23,72	25,87
61,53	08,03	3117,66	2756,89
54,56	3747,90	3097,31	31,10
40,27	17,78	2952,84	26,81
32,70	09,37	50,21	2699,89
4284,98	3661,95	34,55	59,17
53,58	32,01	26,18	2496,17
3986,01	3497,33	10,85	2398,83
83,80	3387,10	09,53	87,03
28,62	70,35	2881,05	

Se II.

4844,97	4467,59	4282,12	4159,72
40,64	49,16	80,36	52,34
4763,64	46,00	47,96	36,28
40,99	32,33	15,07	32,73
4648,45	06,55	12,58	29,15
18,79	00,98	11,88	26,56
04,33	4382,86	4194,55	08,85
4563,97	55,14	80,91	4091,94
16,25	20,39	75,30	70,14

S II (*suite*).

4030,07	2880,31	2662,05	2561,69
3444,27	65,89	30,92	54,58
3105,50	20,10	02,62	49,16
3041,31	17,01	00,52	2496,05
38,66	2749,94	2591,41	13,47
2914,89	19,48	85,25	
2895,88	2688,29	82,76	

Se III.

4379,67	3457,78	3225,76	2724,24
4169,07	28,39	15,35	2665,40
4083,22	13,92	3094,27	53,92
3800,96	3392,42	69,93	38,08
3742,98	87,25	59,91	17,34
38,75	79,86	2951,65	2571,30
11,66	76,22	2804,39	2459,48
3637,54	23,08	02,26	
3570,20	3282,87	2777,54	
43,65	48,04	67,23	

Des expériences sont en cours pour l'extension des recherches au cas du tellure.

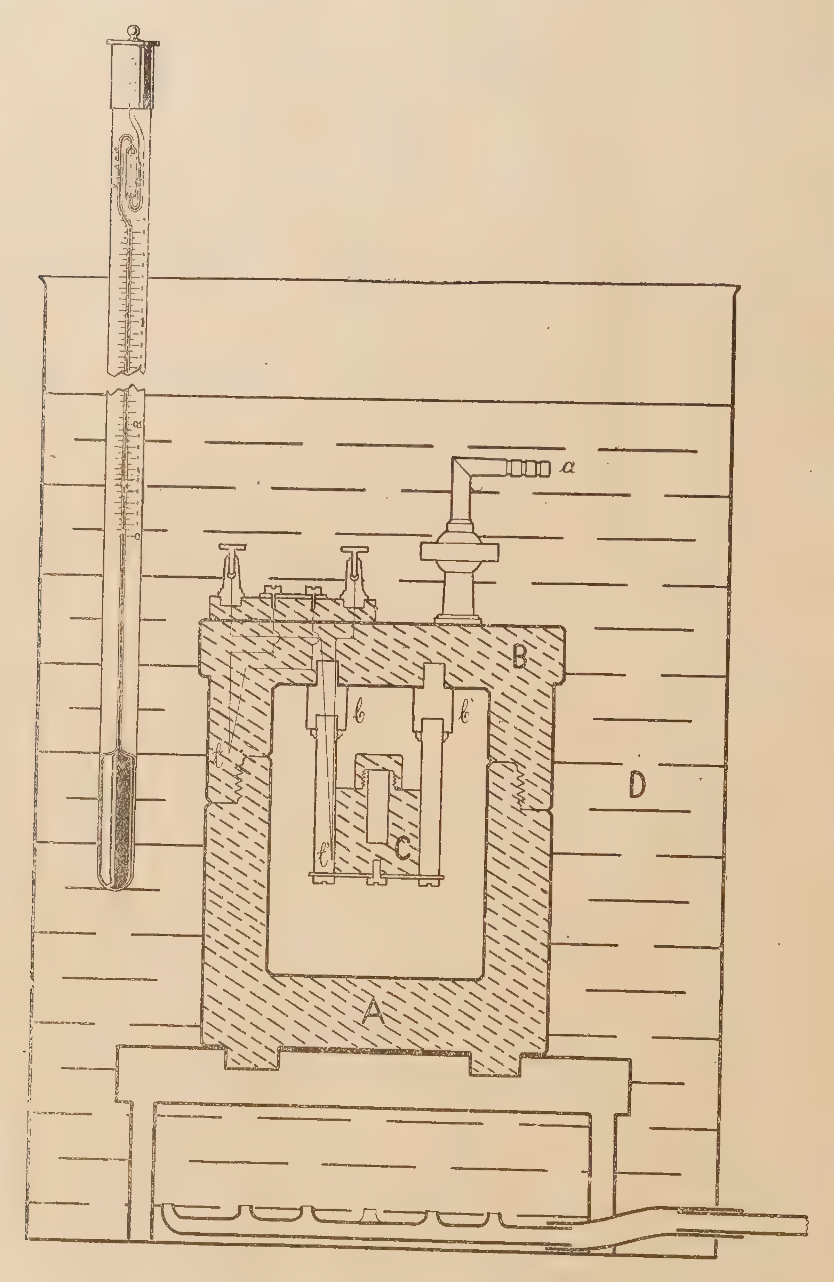
THERMOCHIMIE. — *Microcalorimètre adiabatique pour recherches radiologiques*. Note (¹) de M. **W. Swietoslawski** et Mlle **A. Dorabialska**, transmise par M. Charles Moureu.

L'étude des effets thermiques des transformations radiologiques est basée aujourd'hui presque exclusivement sur des mesures comparatives faites au moyen de deux récipients, dont l'un renferme une substance radioactive et l'autre sert à effectuer la mesure proprement dite, par exemple, de la quantité d'énergie électrique nécessaire pour maintenir au même niveau la température de ces deux systèmes.

Nous avons construit un microcalorimètre adiabatique donnant des mesures directes et exactes. La manière d'effectuer les mesures est très simple, et les résultats obtenus jusqu'à ce jour permettent de supposer que notre appareil pourra être appliqué non seulement dans le domaine de la

(¹) Séance du 17 août 1927.

radiologie, mais aussi dans celui de la biologie, et, en général, pour toutes mesures d'effets thermiques continus.



Notre appareil est constitué par un bloc massif de cuivre creux A, ressemblant à une bombe calorimétrique. Il est fermé par un couvercle B,

muni d'un robinet *a* permettant de faire le vide à l'intérieur du récipient, et de deux isolateurs *b*, *b'* avec des fils conducteurs du thermo-élément. A l'intérieur du massif A est suspendu le récipient interne constituant le vrai calorimètre, dont les dimensions varient suivant la quantité et les propriétés du corps étudié. Nous nous sommes servis, à cet effet, de deux récipients en argent; l'un, représenté sur notre dessin à l'intérieur C, pesait $122^g,7$, ce qui correspond à la capacité thermique de $6^{cal},86$, et le deuxième ne pesait que $0^g,484$, avec une capacité thermique, y compris celle de l'ampoule de verre pour la substance, de $0^{cal},08$. Un thermo-élément relie le calorimètre proprement dit C avec le manteau en cuivre A.

Après avoir introduit la substance radioactive, ou un petit animal, par exemple, un cafard, comme nous l'avons fait afin d'étudier le fonctionnement de notre appareil, nous plaçons ce calorimètre dans un grand récipient calorimétrique D de capacité de 10 à 15^l d'eau, muni d'un agitateur et d'un ultrathermomètre de Beckmann ou d'un thermomètre à résistance.

Nous commençons par amener la température du système extérieur, c'est-à-dire du bloc A et du récipient D à la température du calorimètre intérieur C, ce qui est indiqué par la position zéro de l'aiguille du galvanomètre de précision relié aux deux contacts du thermo-élément. Ensuite nous chauffons le système extérieur, afin de maintenir constamment sa température égale à celle du récipient C, de sorte que l'aiguille du galvanomètre doit conserver sa position zéro pendant toute la durée de l'expérience. Si l'accroissement de la température du calorimètre C est minime, les faibles mouvements de l'agitateur, la chaleur produite par un courant électrique suffisent pour que les conditions de la mesure adiabatique soient maintenues. On effectue l'expérience au temps voulu, choisi suivant la nature de la substance étudiée.

Nous avons effectué jusqu'à présent une série de mesures d'essais, en employant le calorimètre C, qui absorbe les rayons α et β émis par $4^{mg},3$ de Ra-élément. L'accroissement de la température était de $0^\circ,0808$ par heure, l'exactitude des mesures étant de 0,7 pour 100 environ. En employant un petit calorimètre, nous avons pu évaluer la chaleur dégagée par les rayons α et β d'un millicurie environ de radon contenu dans un tube capillaire. En effectuant ces mesures pendant plusieurs jours de suite, nous avons pu suivre la diminution de la quantité de la chaleur dégagée par le radon en voie de disparition.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur des piles à électrodes identiques inaltérables.* Note de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Paul Janet.

Dans la séance du 7 mai 1926, j'ai présenté à la Société française de Physique, comme semblant, dans un cas particulier, en désaccord avec le principe de Carnot, entre autres, une pile formée d'une solution saturée de soude caustique, dans laquelle plongeait entièrement une lame de platine (I) constituant l'électrode négative, tandis qu'une lame identique (II) n'était que partiellement immergée et constituait l'électrode positive. La pile datait de Décembre 1924, sa f. é. m. était d'environ 0,7 volt.

Dans la suite, j'ai continué avec des piles analogues, des expériences tendant à vérifier que, pendant leur fonctionnement, il ne se produisait aucune réaction chimique entre les éléments dont elles sont formées, expériences dont voici les résultats :

a. Le courant et la quantité d'électricité produits par ces piles, ainsi que leur polarisation, sont en tout analogues au courant et à la quantité d'électricité reçus par un voltamètre et à sa polarisation, quand on lui applique une tension insuffisante pour produire l'électrolyse.

Pour des électrodes formées de rubans de platine platiné de $800 \times 5 \times 0^{mm},01$ et pour une décharge de 2 heures, au bout de laquelle la polarisation atteint 99 pour 100 de la valeur initiale de la f. é. m. (un demi-volt), la quantité d'électricité débitée est de l'ordre du coulomb, correspondant à une énergie développée d'environ 400000 ergs.

Il faut ensuite laisser une vingtaine d'heures la pile en circuit ouvert, pour que la polarisation disparaisse et que la f. é. m. recouvre sa valeur primitive. On peut répéter autant que l'on veut ce cycle, sans observer aucune fatigue de la pile, mais la quantité d'électricité débitée reste petite et il est difficile de constater, par des pesées, que le poids des électrodes n'a pas varié de la valeur correspondant à la quantité d'électricité débitée. J'ai alors fait passer longuement des courants de plusieurs milliampères par centimètre carré d'électrode, dans le sens de la f. é. m., en appliquant aux bornes une tension convenable, sans observer aucune variation du poids des électrodes.

b. La polarisation rapide et presque complète de la pile est un indice de l'absence de réaction. Si l'on remplace l'électrode (I) par une lame en métal attaquable, du zinc par exemple, la f. é. m. augmente de la différence de potentiel entre platine et zinc, mais le courant permanent de la pile

devient incomparablement plus grand, l'électrode attaquée se polarisant peu. La quantité de zinc dissous correspond à la quantité d'électricité débitée.

c. Pour des électrodes de forme quelconque, l'électrode négative étant complètement immergée, la f. é. m. dépend, en première approximation, du rapport ρ de la longueur de la courbe suivant laquelle la surface du liquide coupe la surface de l'électrode positive, à l'aire de la surface mouillée de cette électrode.

La f. é. m. est maximum lorsque l'électrode positive touche à peine la surface du liquide, elle diminue à mesure qu'on enfonce cette électrode et s'annule lorsque le rapport ρ devient très petit. A chaque enfoncement de l'électrode il faut attendre un temps suffisant, pour que la f. é. m. s'établisse à la valeur correspondant à la nouvelle position de l'électrode.

On observe une f. é. m. entre deux électrodes incomplètement immergées, mais dont le rapport ρ est différent, l'électrode positive étant celle pour laquelle ce rapport est le plus grand.

d. L'agitation des électrodes fait baisser la f. é. m. d'autant plus qu'elle est plus violente, ce qui ne se produit pas si la f. é. m. est due à une attaque des électrodes, comme c'est le cas pour l'électrode de zinc.

e. La f. é. m. dépend du traitement physique qu'ont subi les électrodes : écrouissage, recuit, polissage, platinage, etc. La f. é. m. dépend donc de l'état de la surface des électrodes, elle ne varie ni avec le temps, ni avec le passage du courant, ce qui n'arriverait pas si la surface des électrodes était tant soit peu attaquée.

f. La f. é. m. varie beaucoup avec la concentration de la solution alcaline dans laquelle plongent les électrodes; si au lieu d'être saturée la solution n'est qu'à demi saturée, la f. é. m. se réduit au dixième.

Ce fait ne semble pas non plus compatible avec la supposition que la f. é. m. est due à une attaque des électrodes.

g. Les phénomènes décrits ci-dessus ne sont pas particuliers au platine; on obtient des résultats analogues avec des électrodes en or et en général avec des métaux inattaquables par les alcalis, ainsi qu'avec des électrodes en charbon : graphite Acheson, charbon de cornue, coke, charbon de bois, etc. Les f. é. m. obtenues sont du même ordre de grandeur (aux environs du demi-volt), l'électrode positive étant toujours celle incomplètement immergée.

Il semble bien difficile d'admettre que des corps aussi différents puissent donner lieu, avec la solution de soude, à des réactions correspondant à des

f. é. m. du même ordre de grandeur. En l'admettant il faudrait encore expliquer le mécanisme de production de la f. é. m. ; aucune théorie existante ne permet de le faire.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'effet de soupape présenté par une anode au silicium et son mécanisme.* Note [1] de M. **René Audubert**, présentée par M. G. Urbain.

On réalise facilement une cellule électrolytique possédant une conductibilité unilatérale (effet de soupape) en associant à une électrode indifférente un métal (Al, Mg, Ta, Mo, Tu, etc.) donnant lieu par polarisation anodique à une couche de passage de haute résistance. Une anode de silicium utilisée soit à l'état pur, soit à l'état d'alliage dans un électrolyte quelconque : acide ou alcalin, présente cette propriété à un très haut degré.

On apprécie l'effet de soupape en mesurant le rapport $\frac{I_m}{I_{eff}}$ de l'intensité dans un ampèremètre continu à l'intensité dans un ampèremètre alternatif. Une cellule à électrode de silicium fonctionne pour des valeurs de $\frac{I_m}{I_{eff}}$ très voisines de la valeur théorique. En outre, contrairement à ce qui s'observe avec la plupart des cellules, l'effet de redressement est peu sensible à une élévation de température, même au voisinage de 100°. Le rendement énergétique, faible dans la plupart des cas (pour Al par exemple il ne dépasse pas 15 pour 100), peut atteindre 50 pour 100 avec le silicium ou les alliages de celui-ci en solution acide et lorsque la réactance du circuit est voisine de zéro, c'est-à-dire pour $L\omega = \frac{1}{C\omega}$, où L représente la self, ω la pulsation et C la capacité de la pellicule de haute résistance (environ 2,5 microfarads par centimètre carré).

A titre d'indication, les figures 1 et 2 représentent respectivement deux oscillogrammes relevés en redressant les deux alternances d'un courant 42 périodes avec 0,01 et 0,06 henry.

En ce qui concerne le mécanisme on peut penser que, par polarisation anodique, l'électrode de silicium s'oxyde et se recouvre d'une couche de silice qui, en raison de sa résistance élevée, s'oppose au passage du courant. Lors de la polarité inverse, l'hydrogène cathodique réduit plus ou

---

(1) Séance du 10 octobre 1927.

moins complètement cette pellicule et le courant peut à nouveau passer. Dans la phase d'oxydation, on a $Si + O^2 \rightarrow SiO^2$; la vitesse d'oxydation, d'après la loi d'action des masses, est proportionnelle aux concentrations et à la surface S de l'électrode $-\frac{d_{Si}}{dt} = kC_{O^2}S$.

Mais comme cette transformation est de nature électrochimique, on peut

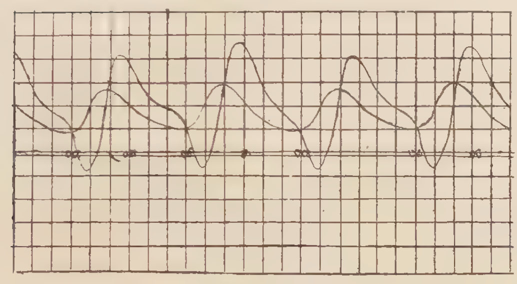


Fig. 1.

Fig. 2.

écrire que sa vitesse est proportionnelle à l'intensité du courant I, d'où

$$-\frac{d_{Si}}{dt} = k'I = kC_{O^2}S. \tag{1}$$

D'autre part, C_{O^2} est lié au potentiel ε de l'électrode ; en considérant celle-ci, en effet, comme un électrode à oxygène, on a

$$\varepsilon = \frac{RT}{4F} \operatorname{Log.} \frac{k'' C_{O_2}}{(OH^-)^4}. \tag{2}$$

Et en remplaçant C_{O^2} par sa valeur tirée de (1)

$$\varepsilon = \frac{RT}{4F} \operatorname{Log.} aI. \tag{3}$$

Cette relation peut être vérifiée en construisant les courbes tension courant (en polarisation anodique) [1]. La figure 3 représente le résultat de ces expériences faites à des températures comprises entre 20 et 90° avec une cellule $Si \mid SO^4H^2.10\,^0/_0 \mid Pb$. Les courbes prolongées convergent sensiblement au point $I = 0$, $\varepsilon = 3,4$ volts, valeur qui représente la force contre-électromotrice de la soupape. La figure 4 montre qu'en traduisant ces résultats dans le système de coordonnées $x = \operatorname{Log.} I$, $y = \varepsilon$ on a bien un faisceau de droites concourantes, à condition de ne pas tenir compte des mesures correspondant à des tensions très voisines de la force contre-électromotrice,

(1) Mesures faites avec la collaboration de M. Buffat.

région où il est difficile d'avoir une précision satisfaisante. L'influence de la température nécessite l'introduction d'un terme correctif en remplaçant l'équation (1) par

$$\varepsilon = \alpha \frac{RT}{qF} \operatorname{Log.} a\mathrm{I},$$

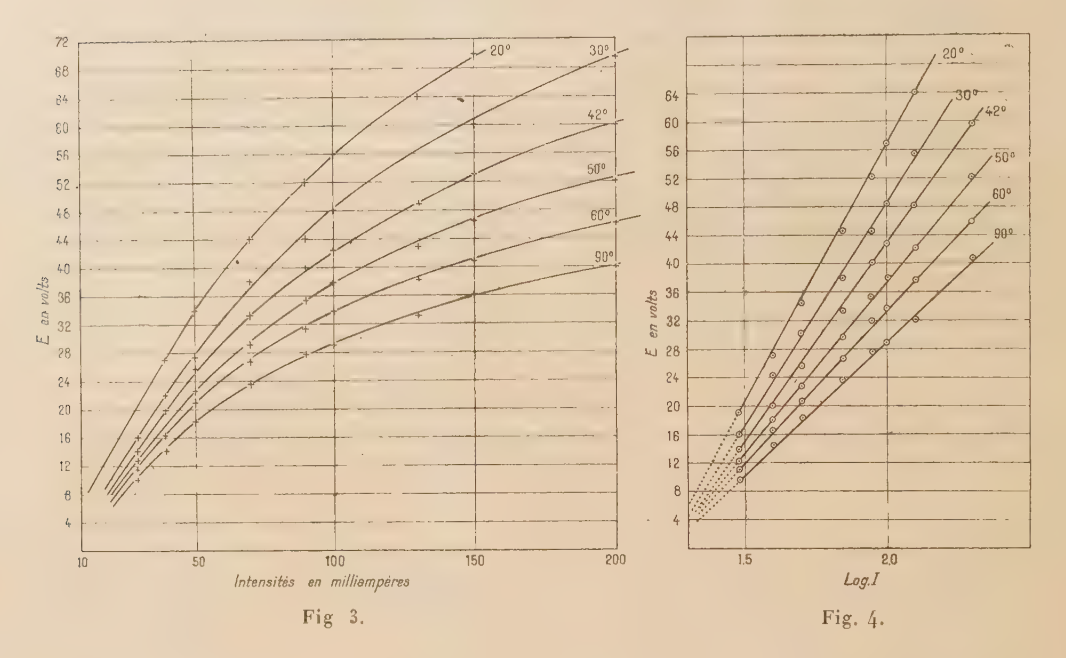


Fig 3. Fig. 4.

où α, conformément à l'expérience, est une fonction exponentielle de la température.

En résumé, on peut admettre que l'effet de soupape d'une anode est lié à un processus d'oxydation-réduction.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'existence de groupements d'atomes de radioéléments dans les solutions acides et sur les surfaces activées par l'émanation.* Note de Mlle C. **Chamié**, présentée par M. J. Perrin.

J'ai montré dans ma Note précédente [1] que les éléments radioactifs se présentent dans le mercure en groupements d'atomes qui donnent sur la plaque photographique des images étoilées caractérisant chaque radioélément par ses rayons. Deux hypothèses peuvent se poser pour interpréter ce

(1) Mlle C. Chamié, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1243.

fait : 1° le mercure reçoit du milieu extérieur des atomes individuels qui s'associent en groupements à sa surface ou dans sa masse; 2° le mercure reçoit des agrégats d'atomes qu'il absorbe sans les dissocier. Si l'on mettait en évidence l'existence de groupements d'atomes dans les radioéléments qui servent à activer le mercure, la seconde hypothèse serait vérifiée.

Des expériences ont été faites avec des lamelles de mica minces et flexibles. Dans une partie de ces expériences, la lamelle activée était emprisonnée entre deux plaques photographiques fortement pressées l'une contre l'autre par de grands poids pour que le corps actif se désintègre sur la gélatine. Une légère surélévation du corps actif au-dessus de la plaque photographique donne un noircissement général, sans figures caractéristiques. L'une des plaques était impressionnée directement par le corps actif et l'autre subissait l'action des rayons α qui traversaient le mica. Avec des lamelles métalliques, le phénomène se complique par des effets secondaires tels que la pénétration du corps actif dans le métal, l'oxydation de la surface et la difficulté d'établir un bon contact entre toute la surface métallique et la gélatine.

Trois genres d'expériences ont été faites :

I. *Répartition des radioéléments après évaporation des solutions acides.* — Des solutions chlorhydriques et azotiques de polonium et de dépôt actif de thorium furent déposées sur des lamelles de mica et abandonnées à l'évaporation. Les photographies faites avec ces lamelles ont donné les mêmes images étoilées que j'ai obtenues avec le mercure activé; la répartition du corps actif sur la surface de la lamelle se fait donc par groupements d'atomes.

II. *Radioéléments en solutions acides non évaporées à sec.* — Une solution chlorhydrique de polonium était versée sur une plaque photographique recouverte d'une couche mince de vaseline pour protéger la gélatine contre l'acide. Des précautions ont été prises pour que la solution ne s'évapore pas pendant le temps de pose. La plaque était dégraissée à la benzine avant le développement. Dans d'autres expériences, la plaque était recouverte d'une lamelle très mince de mica sur laquelle on versait la solution. Si le liquide contient des groupements d'atomes, ils peuvent ne pas se manifester sur la photographie parce qu'ils nagent au-dessus de la plaque et la balaient par les rayons dans tous les sens. Les groupements ne peuvent donner des images étoilées que s'ils se fixent et s'immobilisent à la surface de la vaseline ou du mica. J'ai obtenu dans certaines expériences des photographies très nettes en étoiles mettant en évidence l'existence de groupements d'atomes de polonium dans les solutions chlorhydriques. Quand on dépose sur la surface du mercure une goutte de solution chlorhydrique

de polonium, le mercure absorbe ces groupements. Si pendant cette activation, le mercure se trouve sur une plaque photographique, celle-ci enregistre l'arrivée des groupements à sa surface par les images étoilées qui les caractérisent. Les groupements d'atomes ont été observés également dans les solutions azotiques du dépôt actif du thorium.

III. *Répartition du dépôt actif sur une lamelle exposée à l'émanation.* — Plusieurs expériences ont été faites avec l'émanation de thorium dans des conditions variées : 1° une lamelle de mica était exposée pour un temps court à l'émanation et pressée ensuite entre deux plaques photographiques pour un temps de pose assez long; 2° une lamelle longuement activée était appliquée avec pression contre une plaque photographique pour quelques minutes seulement, et l'on ne développait la plaque qu'après plusieurs heures pour que les atomes actifs détachés de la lamelle aient le temps de se détruire sur la gélatine ; 3° la même lamelle était pressée entre deux plaques photographiques pour un temps de pose long vers la fin de vie du dépôt actif afin d'éviter un rayonnement trop fort qui voile les images caractéristiques. Pour l'activation, on plaçait la lamelle horizontalement au-dessus ou à côté d'une forte préparation de radiothorium.

Dans certaines expériences, la préparation et la lamelle étaient recouvertes de papier Joseph pour empêcher l'entraînement des poussières et des matières solides de la préparation. L'activation avait lieu à l'air libre ou bien dans le vide. Dans tous les cas les photographies ont donné les mêmes images de la destruction du dépôt actif du thorium réparti en groupements d'atomes que j'avais trouvés avec le mercure exposé à l'émanation. Les expériences avec l'actinon et le radon ont donné les mêmes résultats. L'émanation du radium contenue dans une ampoule de verre était introduite par un procédé approprié dans un récipient étanche, bien sec où l'on avait fait le vide et qui contenait la lamelle à activer.

Conclusions. — *Ces expériences prouvent l'existence de groupements d'atomes de radioéléments dans les solutions acides et sur les surfaces soumises à l'activation par les émanations ou par évaporation des solutions acides.* Les impressions sont toujours les mêmes et semblables à celles obtenues avec le mercure activé. On peut conclure que le mercure reçoit, par ces procédés d'activation, des atomes radioactifs déjà associés en agrégats qu'il absorbe sans les dissocier en atomes individuels. Des expériences sont en cours pour voir si ces groupements correspondent à la totalité d'atomes des radioéléments ou seulement à une partie et quelles sont les conditions de leur formation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion.* Note (¹) de MM. **Jean Cournot** et **Jean Bary**, présentée par M. Léon Guillet.

Après la protection de l'aluminium et des alliages légers contre la corrosion (²) nous avons étendu nos recherches à la protection des aciers et alliages divers de cuivre, et nos résultats donnent encore les dépôts de cadmium comme particulièrement efficaces. Leur adhérence, contrôlée par des expériences de pliage et d'emboutissage, est au moins égale à celle des autres modes de revêtement; de plus, leur opacité, vérifiée par de nombreux essais de corrosion, est excellente; nous avons notamment exécuté des expériences de corrosion dans un brouillard d'eau salée : ce mode d'essai, encore peu connu, consiste à provoquer dans un caisson étanche une pulvérisation continuelle d'eau de mer naturelle ou artificielle à l'aide d'un jet léger d'air comprimé; les éprouvettes placées dans ce caisson subissent ainsi une « activation » considérable : nous estimons, à la suite de nos déterminations, qu'une heure d'exposition dans ce brouillard salin équivaut à peu près à deux semaines dans l'atmosphère normale.

Cette non-perméabilité du recouvrement électrolytique de cadmium est un avantage qui mérite d'être souligné : ce genre de dépôt possède à ce point de vue une supériorité considérable sur le nickelage, lequel est toujours plus ou moins poreux, même lorsque les plus grandes précautions (addition de colloïdes, chauffage du bain, élévation de la densité de courant, mouvement de l'électrolyte, agitation des cathodes, injection d'air, etc.) sont prises pour l'améliorer; il est également préférable au zincage électrolytique : nos essais nous permettent de préciser qu'à épaisseur égale, la durée de tenue du cadmium, à la corrosion atmosphérique, est trois fois plus longue que celle du zinc.

Par contre, le cadmium présente deux graves inconvénients : le manque de dureté et la perte assez rapide du très beau « brillant » que l'on est susceptible de lui donner initialement; ce second défaut n'est d'ailleurs pas dû, d'après nos observations, à une corrosion superficielle, mais est un corollaire du premier.

Les recouvrements de nickel étant plus durs, et leur brillant ne dispa-

---

(¹) Séance du 10 octobre 1927.

(²) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 789.

raissant au contraire que par suite de l'altération du métal sous-jacent — altération due à la porosité du nickelage —, nous avons essayé un double dépôt de cadmium et de nickel, afin de réaliser un recouvrement à la fois opaque et stable quant au brillant; nous avons pour cela modifié notre opération habituelle ([1]) de dépôt de cadmium dans le sens d'un « décapage avec dépôt de cadmium », par analogie avec le « décapage-cuivrage » bien connu : augmentation de la teneur en cyanure alcalin et diminution de celle en carbonate de cadmium, substitution totale ou partielle d'anodes en fer à celles en cadmium.

Nous avons comparé ce mode de recouvrement au double dépôt cuivre-nickel; les résultats ont été très inférieurs pour ce dernier : dans le brouillard d'eau salée par exemple, des éprouvettes brut d'électrolyse (métal support : acier demi-dur) ont montré un début d'oxydation après 19 heures pour le dépôt Cd-Ni et après 7 heures pour le dépôt Cu-Ni; des éprouvettes ravivées après nickelage ont commencé à être attaquées après 3 heures pour le dépôt Cd-Ni et 1 heure et quart pour le dépôt Cu-Ni.

Nous avons également essayé le zincage-nickelage; mais l'immersion des éprouvettes recouvertes de zinc dans le bain de nickelage altère très vite ce dernier, ce qui rend l'opération industriellement impraticable : le nickel noircit par oxydation, perdant ses qualités d'adhérence et de brillant.

Nous devons signaler qu'au contraire la présence du cadmium dans les bains de nickelage, soit sous forme d'anodes, soit sous forme de pièces recouvertes de cadmium elles-mêmes, améliore la couche de nickel en augmentant le brillant final et, semble-t-il aussi, la finesse du dépôt.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'oxychlorure de zirconium avec les chlorures alcalins.* Note ([2]) de MM. **Ed. Chauvenet** et **E. Duchemin**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons recherché les combinaisons susceptibles d'être formées par voie humide par l'oxychlorure de zirconium et les chlorures alcalins. Nous avons appliqué la méthode des chaleurs de mélange de dissolutions équimoléculaires ([3]), dont nous rappelons le principe.

([1]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 789.

([2]) Séance du 12 septembre 1927.

([3]) G. Urbain, P. Job, Ed. Chauvenet, *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 855.

Dans un calorimètre on fait des mélanges variés de deux dissolutions équimoléculaires concentrées, de manière qu'un même volume v contienne x molécules de la solution a et $(1-x)$ molécules de la dissolution b. Si certaines conditions sont satisfaites [1] la concentration c du corps $a^m b^n$ passera par un maximum pour le mélange tel que

$$\frac{x}{1-x}=\frac{m}{n} \qquad (\text{à } t^o),$$

m et n étant des coefficients entiers.

D'autre part l'effet thermique observé sera maximum ou minimum lorsque la concentration c passera elle-même par un maximum ou par un minimum; la courbe des variations de chaleur avec x indiquera le maximum et partant l'ordre de la réaction.

Les prix élevés et la rareté de certains produits (les chlorures de rubidium et de cæsium en particulier) ont limité d'une part le nombre de nos mesures et nous ont empêchés d'autre part de faire des dissolutions très concentrées; le titre adopté était $\frac{2}{3}$N. Cependant les résultats obtenus ont été précis.

L'effet thermique a été nul dans les mélanges : ($ZrOCl^2$, ClLi), ($ZrOCl^2$, ClNa), ($ZrOCl^2$, ClK). Il nous a été impossible d'autre part d'isoler une combinaison quelconque formée par l'oxychlorure de zirconium et l'un des chlorures alcalins précédents.

Au contraire l'effet thermique a été positif en ce qui concerne les autres chlorures.

Volumes du $ZrOCl^2$.	Volumes du chlorure alcalin.	Calories dégagées.	$V = 300^{cm^3}$.
	Système $ZrOCl^2 - ClNH^4$.		
135 cm³	165 cm³	5,81	
165	135	8,66	
180	120	8,64	
195	105	5,73	
	Système $ZrOCl^2 - ClRb$.		
125	175	5,67	
150	150	11,32	
200	100	8,46	
250	50	4,93	

(1) Voir le Mémoire précédent.

Volumes du $ZrOCl^2$.	Volumes du chlorure alcalin.	Calories dégagées.	$V = 300^{cm^3}$.
	Système $ZrOCl^2 — ClCs$.		
135^{cm^3}	165^{cm^3}	5,76	
165	135	8,60	
180	120	11,48	
190	110	9,99	
195	105	5,71	

L'examen des courbes construites avec ces données indique l'existence des combinaisons

$$7\,ZrOCl^2,\ 5\,ClNH^4,$$
$$ZrOCl^2,\quad ClRb,$$
$$8\,ZrOCl^2,\ 5\,ClCs.$$

Nous avons pu isoler la dernière seulement par évaporation lente d'une solution renfermant les deux sels; cette combinaison cristallise avec $64\,H^2O$ (1); elle se présente sous la forme de gros cristaux.

Vers 80° elle perd $53\,H^2O$ et devient anhydre à 100° (2).

A la vérité nous avons été embarrassés pour donner une formule à ce sel double; hésitant entre les rapports : $8\,ZrOCl^2, 5\,ClCs$ et $5\,ZrOCl^2, 3\,ClCs$. La composition élémentaire de la combinaison hydratée en adoptant $5\,ZrOCl^2$, $3\,ClCs$, $44\,H^2O$ serait : $Cl = 21,10$ pour 100 et $Zr = 20,70$ pour 100, et en ce qui concerne la combinaison anhydre : $Cl = 33,13$ et $Zr = 31,80$.

Une dizaine d'analyses toutes concordantes, soit du produit anhydre, soit du produit hydraté, nous ont finalement conduits à adopter la formule : $8\,ZrOCl^2, 5\,ClCs$.

Nous avons essayé, mais sans succès, de faire cristalliser les deux autres combinaisons signalées sur le graphique.

---

(1) Analyse:

	Trouvé.	Calculé.
Cl pour 100	21,70	21,80
Zr pour 100	20,96	21,20

(2) Analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Cl pour 100	32,96	32,92
Zr pour 100	32,14	32,04

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Bleus de molybdène stables et instables. Applications analytiques à la recherche des ions phosphorique et arsénique.* Note [1] de M. G. **Denigès**, présentée par M. Ch. Moureu.

I. Suivant les conditions du milieu, les solutions hydro-sulfuriques d'acide molybdique, soumises à l'action d'agents de réduction, prennent une coloration bleue ne paraissant pas correspondre à la formation d'un même produit.

C'est ainsi que le réactif sulfo-molybdique dont j'ai autrefois indiqué la formule (solution à 10 pour 100 de molybdate d'ammonium additionnée de son volume d'acide sulfurique concentré) et les applications [2], bleuit sous l'influence de la lumière solaire et d'un grand nombre de réducteurs : sels stanneux, Cu, Hg, Sn, Al, Zn, hydroquinone, etc. Cette coloration bleue a pour caractère de disparaître, par dilution, dès que la concentration de H^2SO^4 s'abaisse au-dessous de 25 pour 100, en volume, ou par addition de cet acide quand sa concentration dépasse 75 pour 100 et de s'atténuer, par l'action de la chaleur, d'autant plus fortement, pour une même température, qu'elle était initialement plus faible; elle reparaît, d'ailleurs, par refroidissement et semble obéir à une loi d'équilibre.

On peut donc qualifier d'*instable* le produit bleu ainsi formé et dont la nature reste encore indéterminée.

Ajoutons qu'il a encore comme caractère de ne point passer dans l'éther quand on agite sa solution hydro-sulfurique avec ce véhicule, mais sans s'insolubiliser sous son influence.

Au contraire, en présence d'ions phosphorique ou arsénique et dans d'autres conditions de concentration, ces mêmes solutions soumises à l'action des réactifs précités, ou encore les solutions neutres de molybdates alcalins traitées par $SnCl^2$, prennent une teinte bleue permanente que ni la dilution, ni l'élévation de température ne détruisent et qui correspond à la formation de composés bien déterminés pouvant ainsi, à juste titre, être appelés bleus de molybdène *stables*.

Ces derniers sont de deux catégories; les uns étant solubles dans l'éther qui les enlève totalement à leur solution sulfurique, dès que cet acide

---

(1) Séance du 10 octobre 1927.

(2) G. Denigès, *Bulletin Soc. Chim.*, 3e série, 3, 1890, p. 797, et *Bulletin Soc. Pharm. de Bordeaux*, 33, 1893, p. 286.

atteint une concentration voisine de 4 N : ce sont les phospho et arsénio-conjugués que j'ai récemment décrits [1]; un autre étant, au contraire, insoluble dans ce liquide qui ne l'emprunte jamais à ses solutions sulfuriques, quel que soit leur degré d'acidité, mais qui peut l'y insolubiliser, en le coagulant sous forme d'un précipité bleu surnageant le liquide aqueux : c'est le bleu de molybdène proprement dit, $MoO^2.4MoO^3$.

II. En dehors des modes de formation connus, pour ces divers bleus stables, il en est un autre qu'on réalise facilement et dont on peut déduire une formule avantageuse pour l'obtention de la réaction céruléo-molybdique [2] relative à la recherche de traces de P et de As.

Si, en effet, on dilue dans trois fois son volume d'eau, le réactif sulfo-molybdique précédemment indiqué, et si on l'additionne d'un des réducteurs plus haut énumérés et, en particulier, de cuivre, il se produit d'abord, au bout d'un temps variable avec le réducteur, une coloration jaunâtre résultant de la formation de MoO^2, salifié par H^2SO^4 et qu'on peut insolubiliser par l'ammoniaque lorsqu'on emploie le cuivre, par exemple.

Si l'on arrête à ce point la réduction (qui va plus loin avec Zn, Al, etc.), le liquide, additionné d'une solution aqueuse, assez concentrée, d'un molydate alcalin, se colore immédiatement en bleu et peut même précipiter un produit de même couleur.

Il se forme ainsi du bleu de molybdène proprement dit, stable et insoluble dans l'éther. Mais si on l'additionne, non plus de molybdate, mais d'ion phosphorique ou arsénique, la coloration bleue qui prend naissance, lentement à froid, rapidement à chaud, résulte de la formation des dérivés phospho et arsénio-céruléo-molybdiques dont il a été question plus haut.

III. On peut, en utilisant ces dernières données, confectionner un réactif unique permettant de réaliser la réaction céruléo-molybdique d'une manière très pratique.

Voici la technique de sa préparation et de son usage :

Dans un poudrier de 30^g, bouché à l'émeri, mettre 0^g,50 de tournure de cuivre, remplir complètement le flacon avec la solution sulfo-molybdique, *diluée au quart*, précédemment indiquée (§ II), et agiter de temps en temps en secouant fortement le flacon. Après une heure de contact, décanter le liquide, jauni, dans un flacon (jaune de préférence). Il constitue le réactif

---

(1) G. Denigès, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 687 et *Bulletin Soc. Pharm. de Bordeaux*, 65, 1927, p. 107.

(2) G. Denigès, *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 802.

cherché. Comme il s'altère peu à peu, on doit le renouveler chaque semaine.

Pour l'emploi, on met, dans un tube à essai en verre, très blanc, 5^{cm^3} du liquide dans lequel on veut déceler l'ion phosphorique et 5 gouttes ($0^{cm^3},2$) du réactif. En agitant sans cesse le récipient, on porte son contenu à l'ébullition qu'on maintient 5 à 6 secondes.

On abandonne le tube à un refroidissement spontané. Après 10 minutes au moins, on compare son contenu avec celui d'un témoin préparé, dans les mêmes conditions de chauffage et de refroidissement, avec 5^{cm^3} d'eau distillée et 5 gouttes de réactif. Les moindres traces d'ion phosphorique (ou arsénique) se révèlent par l'apparition d'une teinte bleue, plus ou moins foncée selon la teneur en ces ions et très fixe.

Cette teinte est très marquée, à partir de $0^{mg},4$ de phosphore, à l'état d'ion phosphorique, par litre. Elle est encore appréciable jusqu'à $0^{mg},15$ par litre.

Ce réactif est particulièrement précieux pour l'essai des eaux dont il permet de déterminer très vite, par colorimétrie, la teneur en ion phosphorique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude des produits à point d'ébullition élevé contenus dans l'huile de Cadet.* Note [1] de MM. **Amand Valeur** et **P. Gailliot**, présentée par M. Charles Moureu.

Lorsqu'on soumet à la distillation fractionnée dans une atmosphère d'anhydride carbonique de l'huile de Cadet brute, on parvient à isoler une fraction de triméthylarsine (Eb. 50°-52°; densité à 15° 1,144) [2], et un mélange d'oxyde de cacodyle et de cacodyle (Eb. 150°-165°; densité à 15° 1,462). Il reste dans l'appareil distillatoire un résidu. En possession d'une assez grande quantité de ce résidu, nous avons réussi à isoler par distillation dans le vide un liquide, remarquable par sa curieuse coloration *bleue*, ininflammable spontanément à l'air, doué d'une odeur fortement alliacée et bouillant à 115°-120° sous la pression de 5^{mm}. Sa densité est de 1,647 à 15°. Refroidi à — 80°, il devient d'une viscosité extrême sans présenter de tendance à la cristallisation. Il est insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique concentré d'où il se précipite par

---

(1) Séance du 10 octobre 1927.

(2) Amand Valeur et Paul Gailliot, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1559.

addition d'eau. Les alcalis sont sans action sur lui. Il est soluble en toutes proportions dans le benzène, l'alcool, l'éther. La cryoscopie de ce composé, effectuée dans le benzène saturé d'acide carbonique sec, nous a donné un nombre voisin de 300. Si l'on compare ce résultat à celui que l'on obtient dans les mêmes conditions avec le cacodyle pur, on est conduit à admettre l'existence de 3 atomes d'arsenic dans sa molécule. (Nous avons préparé pour cette expérience le cacodyle par le zinc et le chlorure de cacodyle. Nous lui avons trouvé un point d'ébullition de 163° et un point de fusion de — 5°, alors qu'on lui attribue un point d'ébullition de 170° et un point de fusion de — 6°. La détermination de sa densité nous a donné 1,447 à 15° et la cryoscopie 200.)

L'analyse permet d'attribuer au liquide bleu la formule $(CH^3)^6As^3$; cependant l'étude des produits résultant de l'action de l'iodure de méthyle et d'éthyle nous a amenés à le considérer comme un mélange de 57,4 pour 100 de $(CH^3)^7As^3$ et de 42,6 pour 100 de $(CH^3)^5As^3$, pratiquement inséparable par distillation fractionnée.

La constitution de ces corps, dans lesquels nous avons pu caractériser les groupements CH^3As et $(CH^3)^3As$, peut être représentée par les formules suivantes :

1° $(CH^3)^3 \equiv As - As \equiv (CH^3)^3$, les deux As liés à As — CH^3

(57,4 pour 100)

2° $(CH^3)^3 \equiv As - As - CH^3$, les deux premiers As liés à As — CH^3

(42,6 pour 100).

L'iodure de méthyle donne naissance avec le liquide bleu à deux iodométhylates correspondant aux deux produits mentionnés ci-dessus. Le premier, par fixation de deux molécules de CH^3I, fournit un produit bien cristallisé et incolore; le second, par fixation d'une molécule d'iodure de méthyle, fournit une huile épaisse légèrement jaune, que l'on peut faire cristalliser. Nous avons identifié ces deux composés que nous représentons par les formules suivantes :

1° $(CH^3)^4 \equiv As - As(CH^3)(I)(I) - As \equiv (CH^3)^4$

2° $(CH^3)^4 \equiv As - As(CH^3) - As \begin{matrix} CH^3 \\ I \end{matrix}$

L'iodure d'éthyle agit de même sur le liquide bleu et fournit les com-

posés que nous représentons par les formules suivantes :

$$1^{\circ}\quad \begin{array}{ccccc} (CH^3)^2 & & CH^3 & & (CH^3)^2 \\ & \diagdown & | & \diagup & \\ & As & - As - & As & \\ & \diagup & \diagup\ \diagdown & \diagdown & \\ C^2H^5 & & I \quad I & & C^2H^5 \end{array} \qquad\qquad 2^{\circ}\quad \begin{array}{ccccc} (CH^3)^2 & & CH^3 & & CH^3 \\ & \diagdown & | & \diagup & \\ & As & - As - & As & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ C^2H^5 & & & & I \end{array}$$

La proportion respective des iodoalcoylates obtenus à partir du mélange initial, correspond à la composition que nous avons donnee pour celui-ci.

Conclusions. — Cette étude ajoute à la série des composés méthylés de l'arsenic un nouveau type de corps renfermant 3 atomes d'arsenic liés dans leur molécule. Au point de vue chimique, ces corps jouissent d'une remarquable stabilité.

Malgré de nombreuses tentatives effectuées en vue de réaliser la synthèse de ces composés, aucune, à part la réaction de Cadet, qui consiste à chauffer l'acétate de potassium et l'acide arsénieux, n'a pu nous apporter le résultat attendu. Il faut ajouter d'ailleurs que ces corps existent en faible proportion dans l'huile de Cadet (1 à 2 pour 100).

La curieuse coloration du produit n'a pas été sans attirer notre attention. Nous avons constaté à ce propos qu'un contact avec l'air, même pendant un temps très court, comme le transvasement du liquide d'un récipient dans un autre, suffit à faire disparaître cette coloration (ceci donne une idée des précautions dont nous avons dû nous entourer dans toutes ces manipulations). Nous attribuons cette coloration à un phénomène de diffraction, analogue à celui que l'on invoque pour expliquer le bleu du ciel, ce qui implique l'existence d'une suspension de particules d'une ténuité extrême dans le liquide. Ces particules seraient constituées par un oxyde de l'arsine en question, lequel aurait pris naissance pendant la distillation dans le vide du produit. Par suite d'une oxydation plus importante, les premières particules seraient entraînées au fond du récipient, d'où la disparition de la coloration.

Néanmoins, nous avons conservé pendant plusieurs années des échantillons du liquide bleu, dans des récipients hermétiquement clos, à la lumière, sans observer de diminution dans l'intensité de leur coloration.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude stratigraphique des terrains tertiaires des régions caraïbes de la Colombie sud-américaine.* Note [1] de M. L. Joleaud.

Les terrains tertiaires de la Colombie, que j'ai étudiés en 1925-1926, n'avaient encore fait l'objet que d'une Note de H.-A. Pilsbry et A.-P. Brown [2], et de brèves remarques de T.-W. Vaughan [3], qui attribuaient : 1° à l'Éocène supérieur les couches à *Nummulites* et *Orthophragmina* de l'arroyo Hondo (Bolivar); 2° au Burdigalien-Helvétien, les formations fossilifères des Volcanitos et Cenizas de Carthagène, des Sierras de Zambrano et des environs d'Usciacuri; 3° à un Miocène indéterminé, les gisements de San Antonio (est de Tenerife).

Au cours de mes recherches, j'ai été frappé de l'étroite localisation d'une très grande espèce d'*Arca*, fort commune aux abords d'Usciacuri, *A.* (*Scapharca*) *grandis* Brod. et Sow. (= *A. patricia* Maury), déjà signalée par Vaughan [3] et Pilsbry [4]. Cette Arche se retrouve à Saint-Domingue, confinée dans l'horizon supérieur du groupe de Yaque et dans la formation des Montagnes de sel [5]. Le sommet du groupe de Yaque a été parallélisé avec un niveau assez élevé du Miocène moyen et la formation des Montagnes de sel avec le Tortonien, le Sarmatien ou le Pontien. Je pense que ce dépôt de sel est pontien et que les assises terminales du groupe de Yaque sont tortoniennes-sarmatiennes. Ainsi se retrouvent, au sommet du Miocène des Antilles, des sédiments lagunaires, comme en pays méditerranéen. D'autre part, *Arca grandis*, avec ses 130^{mm} de longueur, fait songer au gigantisme des faunes tortoniennes de Cucuron et Cabrières d'Aigues. De même, en Colombie, les marnes vertes avec gypses du Dificil (est de Plato), correspondent au Pontien, et les argiles à Arches géantes d'Usciacuri, au Tortonien-Sarmatien.

Les argiles plus anciennes de la région de Tenerife (San Antonio) renferment notamment : 1° *Arca* (*Scapharca*) *chiriquiensis* Gabb, déjà indiquée

(1) Séance du 18 juillet 1927.

(2) *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, 68, 1917, p. 32-41, pl. V-VI.

(3) *Bull. Un. Stat. Mus.*, 103, 1919, p. 587-589; *Spec. Publ. Bernice P. Bishop Mus.*, 7, 1921, p. 846-847, 865.

(4) *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, 72, 1921, p. 404.

(5) T.-W. Vaughan et W.-P. Woodring, *A geological reconnaissance of the Dominican Republic*, 1921, p. 102, 164.

dubitativement par Vaughan et considérée comme caractéristique des formations de Thomonde et de Las Cahobas [Burdigalien moyen et supérieur de Haïti ([1])]; 2° *Turritella tornata* Guppy, qui, signalée par Pilsbry et Brown aux environs de Carthagène, a été trouvée originellement à Cumana (Venezuela) et reconnue depuis à la Trinité, à la Martinique [avec *Lepidocyclina Giraudi* R. Douvillé ([2]) du Burdigalien], enfin à Saint-Domingue (niveau de Gurabo). *Arca chiriquensis*, *Turritella tornata* classent la formation de San Antonio dans le Burdigalien, avec les couches fossilifères de Carthagène.

Ces dernières ont été comparées par Vaughan au système de Gatun. Cependant cet horizon de Panama a été considéré comme antérieur aux riches faunes de Saint-Domingue par Pilsbry et Brown ([3]), et par M. Cossmann ([4]). D'ailleurs, *T. tornata* est représentée à Gatun par *T. altilira* Conrad, qui existe déjà dans la formation subordonnée de Culebra, à *Lepidocyclina* de l'Aquitanien ([5]). Le système de Gatun correspond donc, soit à l'Aquitanien supérieur, soit au Burdigalien inférieur, soit à ces deux sous-étages. Aux mêmes horizons se rapportent : 1° les strates fossilifères des Sierras de Zambrano, où Vaughan indique précisément *T. altilira* et d'autres fossiles de Gatun; 2° les grès de Heredia, qui, subordonnés vers le Nord aux argiles de Tenerife, se raccordent aux formations des collines de l'ouest de Zambrano.

Une coupe de ces reliefs, publiée récemment par F.-M. Anderson ([6]), indique, sous 600^m d'argiles miocènes, l'Oligocène à San Jacinto et San Juan, puis les conglomérats sableux de l'Éocène, vers Carmen de Bolivar. Ceux-ci ont été depuis reconnus par A. Werenfels ([7]) comme passant vers le haut, sur l'autre versant des Monts de Marie, près de Toluviejo, à des calcaires à *Helicolepidina spiralis*, *Lepidocyclina* (*Isolepidina*) *sp.*, *Nummulites sp.* J'ai retrouvé les mêmes calcaires à Los Perdices, pointant au milieu des argiles de Puerto Colombia et de Tubara; j'ai rapporté celles-ci au

---

([1]) W.-P. Wodring, J.-S. Brown et W.-S. Burbank, *Géologie de la République d'Haïti*, 1924, p. 112, 191, 208, 213, 222, 223.

([2]) *Bull. Soc. Géol. France*, 4e série, 7, 1907, p. 307.

([3]) *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, 62, 1911, p. 337.

([4]) *Journ. Conchyl.*, 61, 1913, p. 3.

([5]) H. Douvillé, *C. R. Soc. Géol. France*, 1915, p. 129

([6]) *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 10, 1926, p. 382-404.

([7]) *Ecl. Geol. Helvetiæ*, 20, 1926, p. 79-83.

Miocène supérieur (horizon d'Usciacuri) et A.-H. Garner [1] a formulé tout récemment la même opinion.

En résumé, le Tertiaire marin fossilifère de la Colombie caraïbe comprend : 1° les calcaires de Toluviejo à *Helicolepidina spiralis* (Priabonien); 2° les grès de Zambrano (Las Sierras) à *Turritella altilira* (Aquitanien ou Burdigalien); 3° les argiles de Tenerife (San Antonio) et de Carthagène (Turbaco) à *Arca chiriquiensis* et *Turritella tornata* (Burdigalien); 4° les argiles d'Usciacuti à *Arca grandis* (Tortonien-Sarmatien). Au Pliocène marin correspondent les sables de Sabanalarga et Galapa et au Pliocène récent ou au Quaternaire ancien ou moyen continental, les dépôts à *Megatherium* et *Mastodon* de Tenerife (Chivolo) [2] et du pourtour de la cienaga de Guajaro (Atlantique).

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension des couches à phosphate dans le Haut-Atlas de Marrakech (Maroc occidental).* Note [3] de M. **Léon Moret**, présentée par M. Pierre Termier.

Les reconnaissances de A. Brives et les recherches ultérieures de J. Savornin ont démontré l'existence des couches à phosphate sur presque toute la lisière nord du Haut-Atlas entre Imi n'Tanout et la région d'el Tléta dans les Mesfioua.

Au cours d'une mission géologique de quelques mois effectuée l'été dernier dans le Haut-Atlas de Marrakech, l'étude de ces bassins phosphatés pré-atlasiques, dont la répartition est d'ailleurs sommairement indiquée sur la précieuse carte du Maroc de L. Gentil, m'a permis de faire quelques observations nouvelles quant à leur extension et à leur constitution.

Les couches phosphatées sont bien représentées à Imi n'Tanout, à Amismiz [4], sur la bordure occidentale du plateau de Kik entre l'oued Nfis et Aguergour et sur le plateau lui-même, à Tahanaout, à Dar Caïd

---

(1) *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **11**, 1927, p. 151-156.

(2) E. Beck, *Economic Geology*, **16**, 1921, p. 457-473.

(3) Séance du 10 octobre 1927.

(4) Les phosphates d'Amismiz sont connus des colons de la région qui s'en servent directement, et avec succès, pour amender leurs terres siliceuses; mais il est probable que c'est surtout le calcaire qui agit dans ce cas. Toutes les localites citées dans cette Note sont portées sur la carte du Maroc au $\frac{1}{200\,000}$ publiée par le Service géographique de l'Armée (feuilles *Marrakech-Sud*).

Ouriki d'où elles affleurent jusqu'à Tiidrine, point où l'allure synclinale des collines de Tarenboucht les fait s'infléchir vers Ouanina; enfin, on les retrouve plus au Nord-Est couronnant les petites buttes-témoins des environs de Taferiat. Tous ces affleurements, parfois très réduits et isolés par des failles, tels ceux d'Amismiz et de Tahanaout, sont formés de couches plus ou moins redressées, ils devaient recouvrir uniformément ce flanc septentrional de l'Atlas; j'ai pu préciser leurs conditions de gisement.

Mais, chose importante, *les couches à phosphate existent jusque dans l'intérieur du massif* et en des points où elles n'avaient pas encore été signalées. C'est ainsi qu'au sud-ouest d'Amismiz, aux abords du village de Médinet, nous avons constaté, Ed. Roch et moi, d'importants amas de couches à phosphate subhorizontales coiffant, à plus de 2000^{m} d'altitude, les hauts plateaux crétacés qui buttent par faille contre les schistes paléozoïques du massif central de l'Atlas. De même, je les ai retrouvées au djebel Ouzdine et au centre du large synclinal d'Irir n'Sebt, témoignant ainsi d'une extension insoupçonnée jusqu'ici.

La constitution de ces affleurements est, *grosso modo*, la suivante : les couches à phosphate sont presque partout transgressives sur le Sénonien (grès jaunes et marnes rouges et vertes à gypse). Elles débutent par des calcaires souvent conglomératiques à la base et dans lesquels j'ai toujours recueilli de nombreux fossiles silicifiés, Thersitées, Turritelles, Cérithes, Cardites, Huîtres; puis viennent les couches phosphatées, grises, sableuses, à débris d'ossements, dents de Poissons, Ostracés; enfin la série se termine par des calcaires à silex rubannés blonds ou noirs, avec Cérithes, que recouvrent, mais seulement en bordure de l'Atlas, les marnes à gypses et conglomérats oligocènes. Toutes ces couches fournissent les gros Nautiles éocènes.

Les bancs à grains de phosphate sont donc ici nettement superposés aux calcaires à Thersitées. Or, à Imi n'Tanout, les bancs phosphatés sont au-dessous de ces calcaires comme cela existe dans la région d'oued Zem et de Melgou. Les travaux de L. Joleaud, de Ch. Depéret et P. Russo ont en effet montré que la série phosphatée de cette région classique se décomposait en deux complexes, le complexe inférieur phosphaté d'âge surtout crétacé supérieur, et le complexe supérieur stérile, éocène, dont la partie inférieure est constituée par les calcaires à Thersitées transgressifs sur le premier complexe.

Il en résulte que les couches à phosphate de l'Atlas peuvent être interprétées comme des dépôts côtiers extrêmes d'une mer dont la transgression

s'opérait non seulement d'Ouest en Est, mais aussi du Nord vers le Sud, et que la phosphatisation s'est ici prolongée pendant l'Éocène et après le dépôt des couches à Thersitées. L'Atlas, déjà esquissé, formait probablement à cette époque la bordure méridionale de la grande mer des phosphates, si largement développée vers le Nord et dont une digitation pénétrait, au Sud, dans le Sous, ainsi que le suggèrent les lambeaux phosphatés récemment découverts.

GÉOLOGIE. — *Sur la fréquence des murs dolomitiques aux gîtes de bauxite.* Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Pierre Termier.

Les bauxites de la France méridionale se groupent en deux complexes dont l'un, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône et du Var, est d'âge post-Aptien, tandis que l'autre, de l'Ariège et des Pyrénées-Orientales, est d'âge anté-Aptien.

Quel que soit l'âge de ces gîtes de bauxite, il est extrêmement fréquent que les murs en soient dolomitiques. Les dolomies jurassiques forment une grande partie des murs des gîtes du Var, de l'Hérault et de l'Ariège. Dans l'Hérault, même, on trouve des murs de dolomies liasiques et infraliasiques.

Ce fait *étonnant* demande une explication.

La bauxite procède d'argiles de décalcification qui ont évolué sous des influences climatiques particulières.

Il faut se représenter la décalcification comme le résultat d'actions dues à un drainage souterrain dont le « travail » s'est fait nécessairement à partir d'un certain niveau. Ce niveau correspond à une surface sur laquelle les eaux n'ont pas ou ont eu peu d'actions de dissolution, dissolution étant entendue dans un sens large.

Si des calcaires sont superposés à des dolomies, le niveau dont il s'agit sera la surface de contact des deux formations, contre laquelle il y aura arrêt des actions de dissolution ou tout au moins ralentissement de celles-ci puisque les dolomies sont, on le sait bien, moins « solubles » que les calcaires.

Dans la superposition envisagée, le mur des bauxites atteindra les dolomies avec une certaine vitesse et ne se propagera dans celles-ci qu'avec une vitesse beaucoup plus lente.

Que la formation des bauxites ait donc eu lieu après l'Aptien ou avant

cette période, le mur des gîtes tendra à atteindre un niveau dolomitique et s'y maintiendra longtemps.

Il est bien clair que ce niveau dolomitique doit être au moins aussi élevé que le niveau de base du travail général d'érosion, faute de quoi il ne serait pas atteint. Les bauxites des Alpilles, en Provence, qui se firent aux dépens des calcaires barrémiens ou hauteriviens, n'ont pas touché le Jurassique dolomitique, soit parce que celui-ci fut, dans le temps de la formation des bauxites, sous le niveau d'érosion, soit parce qu'il y fut placé lors de l'invasion de la région par les eaux avant que les actions éluviales ne l'aient attaqué.

Il est clair encore qu'il faut, pour que les dolomies soient atteintes au travers d'une forte masse de calcaires, un temps suffisant. Ainsi les bauxites de la région de Barjols (nord du Var) se maintiennent-elles dans les calcaires superposés aux dolomies, comme font aussi les bauxites du Pays de Fenouillet. Mais on constate alors la grande irrégularité des murs tendant à produire des gîtes en poches, le drainage étant nécessairement conduit par les fissures des calcaires et la décalcification se produisant à partir de celles-ci.

GÉOLOGIE. — *La structure du Turbon, du Cotiella et du Castillo-Mayor en Haut-Aragon*. Note de M. **Ch. Jacob**, présentée par M. Pierre Termier.

Des observations recueillies avec M. R. Ciry au cours des années précédentes à l'est de la Cinca ([1]), jointes à de nouvelles rassemblées à l'ouest de la rivière en août et septembre dernier avec M. Mengaud, me permettent de fournir une explication tectonique plus complète et plus claire que précédemment pour la structure des splendides montagnes calcaires du Haut-Aragon : Turbon, Cotiella et Castillo-Mayor.

Les traits fondamentaux de cette explication ([2]) sont les suivants :

1° Depuis loin à l'Est et jusqu'à la Cinca au moins vers l'Ouest, la série secondaire sudpyrénéenne est *décollée au niveau du Trias*. C'est une *couverture* au sens d'Argand. Cette couverture a glissé vers le Nord sur la zone axiale, dont la tectonique pyrénéenne est indépendante. Vers les abords du

---

([1]) Ces observations sont relatées dans un Mémoire présenté au Congrès de Madrid en 1926 et actuellement à l'impression.

([2]) Suivre sur la Carte militaire espagnole au $\frac{1}{200\,000}$, feuilles n°s 17 et 18.

Perdu, *où l'on ne trouve plus d'affleurement de Trias*, la série sudpyrénéenne, transgressive, s'incruste sur le Primaire par les calcaires à Hippurites de base; *elle n'est plus décollée*.

2° Depuis Gabas à l'est de l'Esera jusqu'au voisinage de Tella à l'ouest de la Cinca, *la couverture sudpyrénéenne est doublée* par suite d'un glissement supplémentaire vers le Nord.

Il en résulte une structure imbriquée, avec deux écailles dont la méridionale, débutant par du Trias, surmonte l'autre. A Gabas, l'accident naît dans les calcaires crétacés. A Tella, il finit dans les marnes nummulitiques. Une troisième écaille, débutant par de magnifiques brèches tectoniques, s'individualise au nord de Campo; mais elle est de peu d'étendue latérale et sans intérêt pour ce qui va suivre.

3° En glissant sur la zone axiale, la *couverture se retrousse vers le Sud* et tend à venir recouvrir les parties plus méridionales; dans le cas extrême ce retroussis déferle sur les dépôts nummulitiques du Synclinal de l'Aragon. Le reploiement porte soit sur la série simple, soit sur la série doublée. Il est simple aux deux ailes, tandis qu'il porte sur la série doublée entre l'Esera et la Cinca.

Avec les directives précédentes, on peut donner une sorte de définition de chaque massif.

Le Turbon est un repli simple de calcaires crétacés sur les marnes campaniennes et maestrichtiennes de Campo.

Le massif du Cotiella, repli de la série doublée, comprend deux choses : *a*. un repli de l'écaille supérieure, surtout admirablement net du côté de la Cinca, où l'ensemble se surélève vers le Nord-Ouest. Il comprend les calcaires blancs de la Peña Montañese et de la Peña del Solana, les calcaires crétacés du Cotiella proprement dit, du Fornos et de la Punta Llerga. Des charnières anticlinales ne laissent aucun doute sur ce retour au Sud. Le tout flotte sur les marnes et les grès nummulitiques d'Escalona et de Laspuña. *b*. Un repli de l'écaille inférieure, qui ébauche déjà un retour au Sud dans la Sierra de Chia, mais qui ramène probablement un vaste lambeau dans l'Angon, la Punta de Madrid, les hauts d'Armeña. Pour ce lambeau complexe, quels que soient ses terrains, ils reposent sur l'écaille précédente par l'intermédiaire de lambeaux de Trias, qui, de prime abord, m'ont bien déconcerté. Ce sont, tout naturellement aujourd'hui, des témoins retroussés du Trias de base de l'écaille supérieure qui se trouve ainsi encapuchonnée.

Le rocher de Tella, de même que le Castillo Mayor, dont M. Dalloni a noté il y a quelques années déjà la position anormale, sont deux lambeaux de

calcaires montiens, provenant sans doute de la prolongation vers le Nord de la Peña del Mediodia. Ils sont ramenés par un repli simple sur les marnes et les grès nummulitiques qui prolongent ceux du Perdu au nord du Sestrales.

BOTANIQUE. — *Remarques au sujet du verdissement des cellules végétales.* Note de M. A. **Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

Les Botanistes ont désigné et étudié sous le nom de verdissement la formation de la chlorophylle dans des conditions très diverses; plantes étiolées exposées à la lumière, cotylédons et hypocotyles de plantes en voie de germination, rameaux ou tubercules souterrains exposés à la lumière, etc.

Ces divers cas, réunis par le caractère commun de l'apparition du pigment vert antérieurement absent, sont en fait au point de vue cytophysiologique profondément différents. Chez les plantes étiolées, les processus du verdissement consistent essentiellement dans la formation de la chlorophylle à l'intérieur de plastes bien différenciés colorés en jaune, phénomène qui d'après les travaux connus semble uniquement chimique et que déclanche automatiquement l'action de la lumière.

Il n'en est pas de même dans le cas des tubercules de Pomme de terre; ces tubercules peuvent demeurer plusieurs mois après la récolte sans verdir, et le phénomène se déclanche à un moment dont ne dispose pas le physiologiste, lorsque les cellules, à la suite d'une lente évolution intérieure, ont acquis en quelque sorte la capacité correspondante. D'autre part il se manifeste non seulement par la coloration verte de l'écorce plastidale, mais encore par un accroissement qui peut être considérable de la masse de celle-ci.

Étudions enfin le verdissement d'un cotylédon de Haricot mis à germer à l'état sec sur le buvard humide la formation de la chlorophylle est ici liée au déclanchement amylogène d'unités plastidales *actives*; j'appelle plastes actifs les plastes capables, et plastes inactifs les plastes incapables, de verdir ou de produire de l'amidon quand les conditions physiologiques nécessaires à ces phénomènes sont intensément remplies autour d'eux dans la cellule; les unités plastidales actives sont issues de l'évolution, pendant l'hydrolyse, d'éléments demeurés *inactifs* pendant la synthèse, et dont le stroma, généralement incolore au début, développe ensuite le pigment chlorophyllien. Si au lieu d'un cotylédon sec on s'adresse à un cotylédon frais, le verdissement

pourra se faire en même temps suivant le type de la Pomme de terre pour les plastes amylifères et par évolution des unités plastidales actives précitées en plastes verts avec ou sans stage amylogène.

Il est possible de grouper ces trois derniers cas en un seul type caractérisé physiologiquement par l'accroissement de la masse du plaste et la formation de chlorophylle à son intérieur. Cette évolution à la fois chlorogène et plastogène, qui s'accomplit à partir de plastes *actifs*, constitue un mode de verdissement bien défini par les caractères cytophysiologiques précédents, dans lequel rentre la formation des plastes verts dans le méristème terminal de la tige par évolution de plastes incolores ou déjà faiblement chlorophylliens. Ce type de verdissement nettement différent de celui des feuilles étiolées peut être désigné, puisqu'il aboutit à la formation des chloroplastes, sous le nom de *chloroplastogénèse*.

A la chloroplastogénèse ainsi définie s'oppose le phénomène de la *régression plastidale* qui ramène le chloroplaste à l'état primitif de plaste incolore par une évolution inverse comportant une réduction progressive de sa masse et la disparition lente de la chlorophylle. Ce phénomène de régression, observé pour la première fois par Emberger dans les sporanges de fougères, doit être distingué de la chlorolyse pure, qui consiste dans la simple destruction de la chlorophylle du plaste, telle qu'elle se produit par exemple dans beaucoup de plantes à l'obscurité.

Ainsi que le montre l'étude du verdissement du tubercule de Pomme de terre et des cotylédons mûrs, frais ou secs, de légumineuses, le développement chloroplastogène des plastes incolores *actifs* exige pour se manifester la réalisation dans la cellule de conditions physiologiques internes spéciales. Si, en remontant plus haut, on envisage les plastes incolores *inactifs* tels que ceux des cotylédons de légumineuses en croissance dans le fruit, leur verdissement exige à la fois ou successivement la réalisation des conditions physiologiques particulières propres au passage de ces éléments à l'activité ainsi que de celles nécessaires à la chloroplastogénèse.

Dans cet ordre d'idées, le déterminisme de la chloroplastogénèse peut être comparé à celui de l'amylogénèse qui exige pour les plastes actifs un taux de sucre supérieur au seuil de condensation et demande au surplus, pour les inactifs, la réalisation préalable des conditions physiologiques nécessaires à leur passage à l'activité. L'exemple des cotylédons des légumineuses en croissance dans le fruit, qui renferment au moins deux variétés de plastes inactifs (qui passent à l'activité et se développent en plastes amylifères, les uns à la fin de la synthèse, les autres pendant l'hydrolyse),

le fait que ces divers plastes même devenus actifs peuvent ne pas exercer leur activité amylogène ou chlorogène pendant toute l'évolution de la cellule (observations faites sur les graines de Pois ou de Fève dont les cotylédons ne forment souvent ni plastes amylifères tardifs pendant la synthèse ni plastes amylifères ou chlorophylliens pendant l'hydrolyse); l'hypothèse possible enfin que certains plastes peuvent demeurer inactifs pendant toute la vie de la cellule montrent combien est délicate l'interprétation de la valeur morphologique et du rôle des divers éléments du chondriome incolore de la cellule. Ces considérations font voir également que le fait pour les éléments de ce chondriome de ne pouvoir régénérer les chloroplastes détruits artificiellement (Borovikov) ne prouve rien au point de vue de l'autonomie des plastes, puisque ce chondriome incolore peut parfaitement renfermer des unités appartenant soit aux plastes actifs, soit aux plastes inactifs, soit à ces deux catégories, qui n'évoluent pas en chloroplastes parce que les conditions physiologistes spéciales qui leur seraient nécessaires ne sont pas réalisées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'action du temps et de l'intensité dans l'effet des irradiations X sur des graines germées.* Note (¹) de Mlle **Suzanne Ancel**, présentée par M. Guignard.

Matoni (²), expérimentant sur des Fèves (*Vicia faba*), est arrivé à cette conclusion que, lorsqu'on augmente le temps d'irradiation en diminuant l'intensité du rayonnement X, la dose restant constante, l'effet biologique diminue. L'auteur conclut que la loi de Bunsen : l'effet de la lumière est le même pour un produit temps × intensité constant, n'est pas valable en ce qui concerne les rayons X.

Glocker, Rothacker et Schönleber (³) ont au contraire trouvé que cette loi était applicable et pour des intensités variant de 1 à 10. Leurs expériences ont porté sur *Vicia faba*.

Mes recherches ont été faites aussi sur des graines germées. Pour expérimenter, j'ai choisi la Lentille, qui m'a paru être le meilleur objet à la

(¹) Séance du 10 octobre 1927.

(²) Matoni, *Die Abhängigkeit der Stärke der biologischen Wirkung von der Intensität der Röntgenstrahlen bei gleiche Dosis* (*Strahlentherapie*, **18**, II, 1924, p. 375).

(³) Glocker, Rothacker et Schönleber, *Neue Methoden zur Messung der Tiefendosis in Wasserphantom* (*Strahlentherapie*, **14**, II, 1922, p. 389).

suite d'études que je poursuis depuis plusieurs années. J'ai fait varier l'intensité du rayonnement reçu par les plantes de deux façons : je changeais l'intensité du rayonnement en variant la distance objet anticathode ou bien je modifiais l'intensité du rayonnement en augmentant ou diminuant l'ampérage. L'appareil dont je me suis servie est un appareil à bobine avec tube Coolidge. Étincelle équivalente : 23^{cm}. Irradiation faite sans filtre. Les doses de rayons ont été mesurées à l'ionomètre de Solomon pendant l'irradiation. Les résultats des expériences ont été très nets.

Je donnerai en exemple une expérience de la première série. Elle comprend un lot irradié à 40^{cm} et un lot irradié à 20^{cm}. L'irradiation est faite au stade de 10^{mm} de longueur de racine; 14 jours après l'irradiation, on mesure les racines de chaque lot et l'on établit les moyennes, soit : témoins, $104^{mm},58$; irradiés à 20^{cm}, $41^{mm},68$; irradiés à 40^{cm}, $51^{mm},76$. En ramenant la croissance des témoins à 100^{mm}, on trouve que la taille des irradiés à 20^{cm} est de $39^{mm},95$ et celle des irradiés à 40^{cm}; $49^{mm},45$. La différence est de $9^{mm},54$. Elle traduit pour 100 la croissance plus grande des irradiés à 40^{cm} et indique la perte due à l'étalement de la dose dans le temps.

Dans toutes mes expériences faites à des stades variant de 2 à 15^{mm}, j'ai trouvé des résultats de même sens. Les pertes dues à l'étalement, la distance objet anticathode variant de 20 à 40^{cm}, ont été de 10,33; 9,54; 17,32; 13,03; 6,07; 9,21. Dans des expériences faites en variant la distance de 20^{cm} à 80^{cm}, j'ai obtenu des différences de : 21,89; 12,28; 19,04; 18,33. On remarque que, plus une dose est élevée, plus la perte est grande. Une même expérience, dans laquelle deux doses différentes (200 et 400 R) ont été étalées de façon semblable, donne en effet, pour l'étalement de 400 R, une différence de 19,04 et pour l'étalement de 200 R une différence de 4,51.

Les variations d'intensité obtenues sans modifier la distance objet anticathode, mais en agissant sur le milliampérage, m'ont donné les mêmes résultats : plus le temps d'irradiation est long, moins l'effet des rayons se fait sentir sur les graines. Les irradiations ont été faites d'une part avec 0,3 milliampère, d'autre part avec 3 milliampères. Les différences obtenues, calculées comme précédemment ont été de : 19,07; 8,71; 9,46; 14,12; 7,87.

Dans les conditions de mes expériences, et pour une dose égale de rayons X, l'augmentation du temps d'irradiation avec diminution de l'intensité se traduit donc par une très nette et très constante diminution de l'effet des rayons.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Formation de tubercules aériens de Topinambour sans greffage.* Note de M. **R. Franquet**, présentée par M. L. Mangin.

En 1921 M. Daniel constatait la présence de tubercules aériens sur la tige de Topinambours greffés sur Soleil annuel. *Jamais jusqu'ici*, notait cet auteur, *la tuberculisation aérienne du Topinambour n'a été constatée en dehors du greffage* (¹).

On sait que de tels tubercules apparaissent souvent chez la Pomme de terre greffée sur diverses Solanées (²). Il semble bien que cette tubérisation des bourgeons axillaires soit due à l'obstacle plus ou moins considérable opposé par le bourrelet à la descente des réserves, plutôt qu'à la nature même du porte-greffe. Autrement il est difficile d'expliquer comment des tubercules aériens se forment sur la Pomme de terre, qu'elle soit greffée sur des *Solanum* tubérifères (*S. Maglia*, *S. Commersonii*) ou entée sur des Solanées sans tubercule (Tomate).

Du reste il n'est pas exceptionnel de rencontrer dans les cultures des plants de Pomme de terre porteurs de tubercules aériens par suite, vraisemblablement, de quelque traumatisme accidentel (³).

Il était simple d'essayer de provoquer des phénomènes du même ordre en pratiquant une ligature à la base des tiges jeunes encore.

De fait, dès la fin de septembre, deux plants de Pomme de terre et un pied de Topinambour (*fig.* 1 et 2) que j'avais traités ainsi, portaient des tubercules aériens. Le cas de l'*Helianthus tuberosus* était particulièrement intéressant puisque sa tuberculisation aérienne n'a pas encore été observée en dehors du greffage.

Le tableau suivant donne le pourcentage en glucides des différentes parties du Topinambour ligaturé et d'un témoin venu normalement.

(¹) L. Daniel, *Hérédité d'un caractère acquis par greffe chez le Topinambour* (*Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1451).

(²) L. Daniel, *Le greffage, sa théorie et ses applications* (*Bulletin des Recherches et Inventions*, Paris, 1921, p. 354, 385, 450, 518, 577 et 664).

(³) E. Griffon, *Greffage et hybridation asexuelle* (*Comptes rendus de la IVᵉ conférence internationale de Génétique*, Paris, 1913, p. 164).

Organes analysés.		Glucides pour 100 du poids frais.			
		Sucre total.	Réducteur.	Saccharose.	Inuline.
Tige, partie supérieure	ligaturée..	8,92	1,53	1,38	6,01
	normale...	7,96	1,33	1,78	4,85
Tige, partie inférieure	ligaturée..	9,59	1,65	2,93	5,01
	normale...	4,77	0,52	0,44	3,81
Tige en dessous de la ligature......		0,42	0,20	–	–
Tubercules	aériens..............	14,47	0,36	1,74	12,37
	souterrains...........	11,80	traces	1,37	10,43



Fig. 1.



Fig. 2.

Comme il était à prévoir, la teneur en sucre total et en inuline de la tige ligaturée est nettement supérieure à celle de la tige témoin.

Une accumulation semblable de sucres se produit souvent dans l'épibiote de diverses greffes. Ce phénomène donne généralement lieu à une condensation prématurée ou inusitée dans les plantes autonomes, des sucres solubles en glucides à grosse molécule : amidon, inuline [1].

Cette similitude des conséquences de la ligature annulaire et du greffage fait ressortir, une fois de plus, l'effet du bourrelet chez les plantes greffées.

ENTOMOLOGIE. — *Présence de* Chrysomyia albiceps *Wied.* (*Mouche du Ver, épineux de la laine des moutons australiens*) *sur la Côte du Calvados.* Note de M. **L. Mercier**, présentée par M. P. Marchal.

Chrysomya albiceps Wied. (Myodaire supérieur, *Calliphorinæ*) est un Diptère qui, par sa taille, par sa coloration, son comportement, se rapproche au prime abord de certaines espèces du genre *Lucilia*. D'ailleurs, dans le mémoire de Stein (1924) [2] sur les Tachinides les deux genres voisinent (p. 262 et 263). Le genre *Chrysomyia* R. D. a pour synonymes *Compsomyia* Roud., *Pycnosoma* Br. Berg, *Paracompsomyia* Hough; il appartient au groupe des *Calliphorinæ* qui ont le rameau basal antérieur de l'aile cilié.

Récemment, W. S. Patton (1922) [3] a fait une étude magistrale de *C. albiceps*. En particulier, il identifie cette espèce à *C. rufifacies* Froggatt dont les larves « *hairy maggots* » abondent, surtout depuis 1905, dans les laines brutes des Moutons australiens. Or Patton avait eu l'occasion d'étudier *C. albiceps* en Mésopotamie et dans l'Inde (district de Coonoor); il

(1) C'est ainsi par exemple que dans le Lis blanc greffé sur lui-même l'épibiote est bourré d'amidon (L. Daniel, *Bulletin des Recherches et Inventions*, n° 20, 1921, p. 365) De même les rameaux d'*Helianthus* vivaces et d'*Aster* entés sur Absinthe sont gorgés d'inuline [H. Colin et R. Franquet, *Greffes d'*Helianthus *à inuline sur Soleil annuel et diverses Composées* (*Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 29, 1923, p. 119); *La migration de l'inuline dans les greffes de Composées* (*Comptes rendus*, 178, 1924, p. 518)].

(2) P. Stein, *Die verbreitetsten Tachiniden Mitteleuropas nach ihren Gattungen und Arten* (*Arch. f. Naturgesch.*, 90 A, vi, 1924, p. 1).

(3) W. S. Patton, *Some notes on indian Calliphorinae.* Part IV : *Chrysomyia albiceps* Wied. (*rufifacies* Froggatt); *one of the australian Sheep maggot Flies and Chrysomyia Villeneuvii sp. nov.* (*The indian Journal of medical Research*), 9, iii, 1922, p. 561).

avait constaté que dans ces contrées, les larves de ce Diptère, aux deuxième et troisième stades, se nourrissent de larves d'autres Calliphorines : *Musca determinata*, *M. humilis*, *Chrysomyia megacephala*, *C. nigriceps*, *Lucilia craggii*. Aussi, il est vraisemblable d'admettre, qu'en Australie, les larves de *C. albiceps* se sont nourries tout d'abord des larves de Diptères vivant dans la laine des Moutons (*Calliphora oceaniæ*, *C. villosa*). Mais *C. albiceps* étant devenu prépondérant, il est possible que la nourriture habituelle des larves ait fait défaut et qu'elles se soient adaptées à manger les détritus qui souillent les laines brutes. Cette adaptation à une nourriture différente rentrerait dans le cadre du phénomène biologique auquel Giard (1905) [1] a donné le nom d'*allotrophie*.

C. albiceps (= *bibula*, Wied., = *flaviceps*, Macq., Pand., etc.) est une espèce à large distribution géographique. Elle est répandue dans la région circaméditerranéenne, sur le continent africain (Soudan : Dr J. Villeneuve, 1922) [2], les Indes Orientales, l'Australie. Stein (*loc. cit.*) le signale d'Espagne (Czerny) et d'Égypte (Becker). Des espèces affines existent dans le Nouveau Monde ; elles s'éloignent du genre *Chrysomyia s. str.* par le cuilleron thoracique à disque nu, par le thorax généralement rayé de bandes noires longitudinales et par les soies sternopleurales qui tendent vers 2 + 1 ; Townsend a créé pour elles le genre *Cochliomyia* Town. (1915).

En France, *C. albiceps* existe tout le long de la côte méditerranéenne ; sa limite la plus septentrionale, connue jusqu'à présent, était la région de Saint-Affrique (Aveyron), d'où un exemplaire capturé par Rabaud en 1908 avait été soumis au Dr J. Villeneuve.

Or, j'ai eu l'occasion de constater, au cours de ces deux dernières années, que cette espèce existe beaucoup plus au nord. En effet, le 6 septembre 1926, j'ai capturé une femelle de *C. albiceps* sur les vitres du Laboratoire maritime de Luc-sur-Mer ; en septembre 1927 (2 et 16 septembre) j'ai capturé deux mâles volant à la surface d'un fumier situé dans une dépendance du Laboratoire. Ces mâles étaient en compagnie de *Lucilia* (*L. cæsar* L., *L. sericata* Meig., *L. silvarum* Meig., *L. simulatrix* Pand.), de *Calliphora erythrocephala* Meig., de *Cynomyia mortuorum* L., de *Sarcophaga*, etc.

L'existence de *C. albiceps* sur la côte du Calvados pose une question de

---

(1) A. Giard, *L'adaptation locale d'*Abraxas grossulariata *L. au Fusain du Japon* (*Feuille des Jeunes Nat.*, 4e série, 35, 1905, p. 130).

(2) Dr J. Villeneuve, *Myodaires supérieurs du Soudan, communiqués par M. le Prof. Rich. Ebner de Vienne* (*Rev. zool. africaine*, **10**, 1, 1922, p. 62).

biogéographie difficile à résoudre car plusieurs hypothèses peuvent être envisagées.

Ou bien des larves, des pupes, ont été apportées dans des laines provenant d'Australie, d'Afrique et déposées dans les entrepôts d'un de nos ports, le Havre par exemple. De ce port, les adultes ont pu facilement se disperser le long de la côte, entraînés par les vents (Dr J. Villeneuve, 1925) (¹).

Ou bien *C. albiceps* fait partie d'une faune méridionale résiduelle et doit prendre place à côté de la Limace *Geomaculus maculosus* Allm., du Coléoptère *Cathormiocerus socius* Boh., de Diptères tels que : *Lucina fasciata* Meig., *Pelina niteus* Lw., *Parydra pubera* Lw., *Rhienoëssa strobliana* Merc., *Sciopus validus* Lw., *Dolichopus andalusiacus* Strobl., etc. Ces espèces sont pour la région du nord-ouest de la France ce que des représentants de la faune septentrionale sont pour l'Afrique du Nord (P. de Peyerimhoff, J. Pellegrin).

Quoi qu'il en soit de l'une ou de l'autre de ces deux hypothèses, un fait reste : *C. albiceps* existe dans la région normande; mais étant donnée la rareté de l'espèce nous n'avons pas à craindre, je crois, qu'elle devienne un danger pour nos laines indigènes.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Études de microdissection sur le cartilage d'accroissement des os.* Note de M. **A. Policard**, présentée par M. F. Mesnil.

Le cartilage d'accroissement subit au cours de son évolution une série de transformations dont les histologistes ont depuis longtemps décrit les aspects sur des coupes fixées et colorées. Mais ce sont là des aspects cadavériques, obtenus sur des tissus modifiés profondément. On connaît beaucoup moins les caractères de ces transformations sur les tissus vivants. Le cartilage d'accroissement a été peu étudié sur des pièces fraîches. Dans cet ordre de recherches, on doit citer les colorations vitales réalisées en particulier par Renaut et Dubreuil.

Or, aujourd'hui, le perfectionnement de l'outillage permet de réaliser sous le microscope une véritable dissection de tissus ou de cellules vivantes

(¹) Dr J. Villeneuve, *Les Mouches qui voyagent* (*Assoc. franç. Avanc. des Sciences, Grenoble*, 1925, p. 413).

(micromanipulateurs de Chambers ou de Peterfi). Par ces méthodes, il est possible de se rendre compte de la résistance, de la ténacité, de l'élasticité, etc. des diverses parties constituantes des tissus. Les renseignements fournis sont particulièrement précieux parce qu'ils concernent les propriétés physiques des tissus, si importantes au point de vue physiologique.

C'est l'étude par microdissection du cartilage d'accroissement vivant qui fera l'objet de cette Note. Cette étude a porté sur des coupes par congélation de cartilage de conjugaison des extrémités supérieures du tibia et inférieure du fémur, chez des Rats blancs de 1 mois environ. A titre de comparaison, a été examiné également, avec la même technique, le cartilage d'accroissement du tibia d'un nouveau-né normal; mais ici, il s'agissait de pièces coagulées par le formol isotonique, non de tissus vivants.

L'appareil employé était le micromanipulateur de Peterfi-Zeiss, équipé avec une aiguille de verre, faite suivant le mode habituel et d'un diamètre de 10 à 12$^{\mu}$ environ. Très longue et flexible, cette aiguille renseigne par sa flexion plus ou moins accentuée sur la résistance des tissus sur lesquels on la pousse. Le degré de flexion donne une idée sur le degré de la pression exercée.

Dans toute l'étendue du cartilage d'accroissement, les cellules se comportent comme des fluides. L'aiguille, en les traversant, ne rencontre aucune résistance appréciable. Au contraire, la substance fondamentale cartilagineuse s'oppose partout à la pénétration de l'aiguille. Mais sa résistance n'est pas partout identique.

Dans les parties du cartilage qui ne montrent pas de fascicules de fibrilles collagènes (révélables par la lumière polarisée), la substance fondamentale résiste d'une façon à peu près identique, quel que soit le sens d'attaque de l'aiguille. Partout, d'une même façon, l'aiguille butte contre elle et ploie. En accentuant la pression, à un moment donné, l'aiguille s'enfonce cependant. On a l'impression qu'en tous les points du cartilage hyalin et dans la plus grande partie du cartilage sérié, la consistance de la substance fondamentale est semblable.

Dans la partie inférieure du cartilage sérié et dans le cartilage dit hypertrophié, il en est tout autrement. En dehors des cellules, dans lesquelles l'aiguille s'enfonce comme dans un liquide, la substance fondamentale comprend deux parties de comportement différent. Dans les parties de substance fondamentale qui renferment un feutrage de fibrilles collagènes disposées en fascicules perpendiculaires à la ligne d'ossification (travées

intercorpusculaires), on note une consistance forte. Les travées sont très résistantes. Quand on imprime à l'une d'elles des secousses saccadées, on déplace toutes les travées voisines. On saisit très bien que tout leur système est solidaire.

Au contraire, la substance fondamentale qui forme la masse des groupes cellulaires ou corpuscules cartilagineux est moins résistante. En lui imprimant des pressions saccadées, on ne déforme que cette substance centrale du corpuscule, et non les travées voisines ou les parties centrales des autres corpuscules.

En essayant d'arracher et de disloquer la substance fondamentale, en poussant en sens convenable les lamelles osseuses, on déchire assez facilement la substance qui remplit le corpuscule cartilagineux, très difficilement au contraire les travées qui apparaissent comme des zones d'une grande ténacité.

On admet classiquement que les cellules cartilagineuses exercent une action chondrolytique sur la substance fondamentale qui les entoure, si bien qu'à la partie inférieure du cartilage hypertrophié, les cellules sont renfermées dans une cavité pleine de liquide facilement ouverte et envahie par le tissu conjonctivo-vasculaire venu de la moelle.

Les recherches de microdissection donnent des résultats difficilement conciliables avec cette conception. La substance fondamentale, autour de la cellule, ne paraît jamais liquéfiée. Elle paraît demeurer toujours résistante. Contre elle, même à la partie inférieure du cartilage hypertrophié, l'aiguille bute et ploie.

En étudiant de la même façon des coupes laissées pendant 3 jours à 20°, les résultats sont les mêmes. L'autolyse elle-même n'amène pas de liquéfaction de la substance fondamentale, ce qui est peu en faveur d'une action chondrolytique de type habituel par la cellule du cartilage hypertrophié.

Ces faits, faciles à observer, sont évidemment difficiles à accorder avec certains points de la conception actuellement régnante sur le fonctionnement du cartilage d'accroissement des os. Ils montrent que le problème est infiniment plus complexe qu'on ne l'a cru jusqu'ici.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Sur une combinaison mercurique de l'acide allantoïque, permettant d'identifier cet uréide dans le légume vert de* Phaseolus vulgaris. Note (¹) de MM. **R. Fosse** et **A. Hieulle**, présentée par M. Émile Roux.

1. Dans le but d'établir une deuxième méthode d'identification de l'acide allantoïque, ne nécessitant pas, comme la première (²), la cristallisation de l'acide dixanthyl-allantoïque dans la pyridine, qui offre des inconvénients, nous avons soumis à de nombreuses analyses le précipité que provoque l'acétate mercurique dans les solutions de ce principe azoté des végétaux (³). Pendant fort longtemps, un corps de composition constante n'a pu être saisi.

Très rares sont, d'ailleurs, les précipités mercuri-organiques, qui permettent de baser l'identification du copule organique sur l'analyse quantitative élémentaire.

Après nombre d'essais infructueux, la formation d'une combinaison définie, caractéristique a pu enfin être réalisée.

Ce nouveau composé de l'acide allantoïque se présente, au microscope, sous la forme de cristaux réunis en houppes, ainsi qu'en témoigne la photographie ci-jointe.

Il résulte de l'union de deux molécules d'acide allantoïque à une molécule d'oxyde mercurique :

$$2\,\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\NH^2.CO.NH\end{matrix}\!\!>\!CH.COOH + HgO.$$

Sa formule est donc la même que celle de l'allantoate de mercure inconnu, avec une molécule d'eau en plus :

$$\left[\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\NH^2.CO.NH\end{matrix}\!\!>\!CH.COO\right]^2 Hg + H^2O.$$

2. *Préparation de l'allantoate de mercure, cristallisé, pur à l'analyse.* —

(¹) Séance du 10 octobre 1927.

(²) R. Fosse, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 869. — R. Fosse et A. Hieulle, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1596.

(³) R. Fosse, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1114.

De l'allantoate de potassium ($0^g,1$), dissous dans de l'acide nitrique N/10 préalablement refroidi (20^{cm^3}), reçoit, entouré de glace, goutte à goutte, en agitant, du nitrate acide de mercure froid (15 gouttes), obtenu en dissolvant du nitrate mercurique (20^g) dans de l'eau (90^{cm^3}) et de l'acide nitrique (10^{cm^3}).



Grossissement de 900 diamètres.

Après 30 minutes, le dépôt cristallin, blanc et lourd, essoré, lavé avec très peu d'acide nitrique N/10 refroidi, puis successivement à l'alcool et à l'éther, est séché à 50°.

Analyses. — N pour 100 : trouvé 19,62; 19,59 — Hg pour 100 : 35,06; 35,01. Théorie pour $HgO + 2.[NH^2.CO.NH]^2CH.CO^2H$: N = 19,71; Hg = 35,21.

3. *Préparation de l'allantoate de mercure en partant de l'acide dixanthyl-allantoïque.* — Dans un tube à centrifuger Pyrex, refroidi par un mélange de glace et sel, contenant de l'acide dixanthyl-allantoïque, brut, sec, finement pulvérisé (2^{dg}), recouvert d'éther absolu ($2^{cm^3},3$), on introduit peu à peu, en triturant, de l'alcool absolu saturé de gaz HCl (40 gouttes). On ajoute de l'éther (15^{cm^3}), on triture et l'on centrifuge. Après trois traitements semblables à l'éther, le résidu est broyé avec de l'eau glacée (3^{cm^3}) et de la potasse N/10 jusqu'à réaction alcaline à la phtaléine. Après centrifugation, filtration et refroidissement, la liqueur reçoit 6 gouttes d'acide

nitrique N/1, puis quelques gouttes de la solution de nitrate mercurique. Le précipité, essoré, lavé avec NO^3H N/10 froid puis à l'alcool absolu et à l'éther, séché à 50°, donne à l'analyse les résultats suivants :

Analyse. — N pour 100 : trouvé, 19,62; théorie, 19,71.

4. *Préparation de l'allantoate de mercure en partant de l'acide dixanthyl-allantoïque précipité du suc de haricot vert.* — Le suc d'expression de ce légume vert, frais, provenant de la plante préalablement refroidie et broyée, légèrement alcalinisé par du carbonate de soude, est chauffé quelques minutes au bain-marie bouillant afin de détruire les ferments et de coaguler les protides. Le filtrat refroidi reçoit son volume d'acide acétique et du xanthydrol méthylique à 1/10, dans la proportion de 2,5 pour 100 du volume total. Après une nuit à la glacière, le dépôt est essoré, lavé et séché à 50°.

En soumettant à l'expérience 3 ce produit brut (2 décigrammes), on isole l'allantoate de mercure pur.

Analyse. — N pour 100 : trouvé, 19.57; théorie, 19.71.

La séance est levée à 15h50m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 3 octobre 1927.)

Note de M. *H. Deslandres*, Loi de distribution des orages magnétiques et de leurs éléments. Conséquences à en tirer sur la constitution du Soleil.

Page 627, note (1), ligne 2, *au lieu de* et du 9 août 1927, *lire* et du 9 août 1917.

Page 629, ligne 4, *au lieu de* est ainsi transformée en énergie de rotation, *lire* est ainsi transformée partiellement en énergie de rotation.

Page 630, lignes 2 et 3, *au lieu de* les orages grands et petits, *lire* les orages grands et moyens.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'août 1927.

Studies in Optics, by Albert A. Michelson. Chicago, University, 1927; 1 vol. 19^{cm}.

Minéralogie appliquée. Détermination et étude des minerais, par A. Braly. Paris, E. Veneziani et Cie, 1927; 1 vol. 25^{cm}.

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1927.

Anatomie radiographique du squelette normal (*Atlas*), par J. Belot et F. Lepennetier. Paris, Amédée Legrand, s. d; 1 vol. 32^{cm}.

A propos du crâne de panthère dit de Malarnaud, par H. Bégouen. *Le crâne de panthère, dit de Malarnaud et sa non-fossilisation*, par G. Astre. Toulouse, J. Bonnet, 1927; 1 fasc. 25^{cm}.

Quelques réflexions sur Glozel, par H. Bégouen. Toulouse, J. Bonnet, 1927; 1 fasc. 23^{cm}.

Flore permienne des limites ouraliennes de l'Angoride (*Atlas*), par H. D. Zalessky, in *Mémoires du Comité géologique*, nouvelle série, livraison 176. Leningrad, Comité géologique.

Flora of the Chicago Region, par H. S. Pepson. Chicago, B. Bonnelley and Sons Company, 1927; 1 vol. 23^{cm}.

Teoría de las Funcionales y de las Ecuaciones integrales e integro-diferenciales. Conférences faites par Vito Volterra et rédigées par Luigi Fantappie. Madrid, Imprenta clásica española, 1927; 1 vol. 25^{cm},5.

Astronomia. (*Problema de Képler.*) *Seguido de alguns methodos para a determinacão da hora local e da latitude geographica*, par José da Silva Braga. Rio de Janeiro, Imprensa nacional, 1916; 1 fasc. 24^{cm},5.

A grande guerra universal de 1914 *à* 1918. *Invasões allemães e antecedentes historicos*, par José da Silva Braga. Paris, Jablonski et fils, 1922; 1 vol. 19^{cm}.

Poesias astronomicas e outras lucubracões, par José da Silva Braga. Paris, 1926; 1 vol. 16^{cm},5.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1926 (*suite et fin*).

Université de Nancy. Discours du recteur. Nancy.
University of California (*Bulletin, Chronicle, Publications, Records*). Berkeley.
University of Colorado Bulletin. Boulder.
University of Minnesota. Agricultural experiment station (*Bulletin*). Minneapolis.
University of Wisconsin (*Bulletin*). Madison.
Uniwersytet Jana Kazimierza we Lwowie. (*Bibliothèque universitaire de Lwow*). *Program wykladow* Lwow.
Urania, Revista de la Sociedad astronómica argentina. Buenos-Aires.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Amsterdam.
Verhandelingen bakende den natuurlijken en Geopenbaarden Godsdienst. Haarlem.
Veröffentlichungen der Badischen Sandes Sternwarte zu Heidelberg. Königstahl.
Veröffentlichungen der Grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg. Karlsruhe.
Veröffentlichungen der Königlichen Sternwarte zu Bonn. Bonn.
Veröffentlichungen der Universitäts Sternwarte zu Bonn. Bonn.
Verslag der voordrachten van Leden van het Bataafsch Genootschap. Rotterdam.
Verslag van de gewone vergaderingen der wis- en natuurkundige afdeeling. Amsterdam.
Vers la santé. Paris.
Vita. Roma.
Vulkanologische en seismologische Mededeelingen. Bandoeng.

Weekly weather report of the meteorological Office. London.
Wetenschappelijke Mededeelingen. Bandoeng.
Wisconsin geological and natural history Survey (*Bulletin*). Madison.

Year-book of the Royal Society of London. London.

Zpravy. Rapports de l'Office de statistique de la République tchécoslovaque. Prague.